

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-274438

(43) 公開日 平成5年(1993)10月22日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G06F 15/70	460	B 9071-5L		
15/18		8945-5L		

審査請求 未請求 請求項の数32 (全36頁)

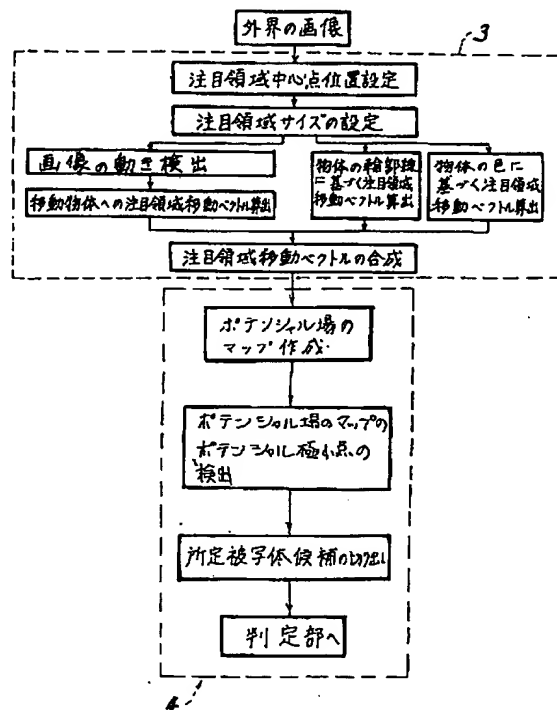
(21) 出願番号	特願平4-242459	(71) 出願人	000005201 富士写真フイルム株式会社 神奈川県南足柄市中沼210番地
(22) 出願日	平成4年(1992)9月11日	(72) 発明者	小野 修司 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平3-233213	(74) 代理人	弁理士 柳田 征史 (外1名)
(32) 優先日	平3(1991)9月12日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平3-323344		
(32) 優先日	平3(1991)12月6日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平4-13094		
(32) 優先日	平4(1992)1月28日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 被写体抽出方法

(57) 【要約】

【目的】 画像から所定被写体候補を精度良く抽出し、さらに、一度抽出した所定被写体候補を再度抽出しないようにする。

【構成】 画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の画像を切り出し、この画像の動き、所定被写体候補の輪郭線の傾きおよび/または色に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求め、このポテンシャル場の傾斜ベクトルを画像全体について求め、ポテンシャル場のマップを作成する。このポテンシャル場のマップの極小点を基準として所定被写体候補を抽出する。所定被写体候補を抽出した領域にマスキング等の再抽出防止処理を施してもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することにより行うことを特徴とする被写体抽出方法。

【請求項 2】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の画像を切り出し、
該切り出された画像から前記所定被写体候補の所定方向の輪郭線を検出し、
該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた前記輪郭線の成分をすべて抽出し、
該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを方位ベクトルとして検出し、
該各方位ベクトルを合成して前記注目領域の中心点を原点とする実空間座標上でポテンシャル場の傾斜ベクトルとし、
前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、
該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、
該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。

【請求項 3】 前記所定被写体候補の所定角度傾いた輪郭線の検出を、前記切り出された画像を前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後に行い、
前記輪郭線の成分の抽出を、前記複素対数座標変換された画像において検出された輪郭線から前記複素対数座標の円環方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分をすべて抽出することにより行い、
該抽出された各成分の前記複素対数座標上での方位と強度とを検出することにより、前記方位ベクトルを検出することを特徴とする請求項 2 記載の被写体抽出方法。

【請求項 4】 前記輪郭線を検出した後に、該検出された輪郭線のうち、前記所定方向と略同一方向に連続性が高い輪郭線および／または強度が大きい輪郭線を互いに協調させることによって強調するとともに、前記各輪郭線と前記方向に連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線とを互いに競合させることによって該連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線を消去し、

該強調された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた前記輪郭線の成

分をすべて抽出するようにしたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の被写体抽出方法。

【請求項 5】 前記方位ベクトルの合成を、前記各方位に所定角度の位相シフトを加えて行うことを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれか 1 項記載の被写体抽出方法。

【請求項 6】 前記方位ベクトルの合成を、前記注目領域の中心点と前記輪郭線の成分との距離に応じて前記方位ベクトルに重みを加えて行うことを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれか 1 記載の被写体抽出方法。

10 【請求項 7】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の画像を切り出し、
該切り出された画像から前記所定被写体候補の色と略一致する色の領域を抽出し、
該抽出された各領域の、注目領域の中心点を基準とした方位と距離とを検出し、
該方位と距離とから前記注目領域の中心点を原点とする実空間座標上でポテンシャル場の傾斜ベクトルとし、
20 前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、
該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、
該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。

30 【請求項 8】 前記領域の抽出、前記方位と距離の検出および前記傾斜ベクトルの検出のうち少なくとも 1 つのステップを複素対数座標上で行うことを特徴とする請求項 7 記載の被写体抽出方法。

【請求項 9】 前記被写体の色と略一致する色の領域のうち、互いに近接する色との一致度が大きい領域同士を協調させることによって前記色との一致度が大きい領域を強調し、
前記色との一致度が大きい領域と、該領域とは離れた位置にある前記色との一致度が小さい領域との競合によって、前記色との一致度が小さい領域を消去し、
該色との一致度が大きい領域と該領域とは離れた位置にある前記色との一致度が大きい領域とを互いに競合させ、前記色との一致度が大きい領域であって、かつ領域としての大きさや形状がより適当である領域を残し、領域としての大きさや形状がより不適当な領域を消去することによって、前記注目領域の範囲の中で最も適当な領域を、被写体領域として選択し、
該選択された被写体領域の方向と距離とを注目領域の中心点を基準として検出することを特徴とする請求項 7 または 8 記載の被写体抽出方法。

50 【請求項 10】 前記強調および消去を行うにあたり、前記注目領域の中心点と前記各領域との距離に応じて重

みを加えることを特徴とする請求項 7, 8 または 9 記載の被写体抽出方法。

【請求項 1 1】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像に、所定の大きさを有する注目領域を設定し、所定の時間差を有する複数の時刻における前記注目領域の範囲の画像を切り出し、該切り出された複数の画像について該各画像中に存在する被写体の輪郭線を検出し、該輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での面内平行方向の前記画像の動きを検出し、前記各画像中に存在する被写体の前記注目領域の中心点を中心とする放射方向の輪郭線を検出し、該放射方向の輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での面内回転方向の前記画像の動きを検出し、前記各画像中に存在する被写体の円環方向の輪郭線を検出し、該円環方向の輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での放射方向の前記画像の動きを検出し、前記検出された面内平行方向、面内回転方向または放射方向の前記画像の動きに基づいて、前記切り出された前記注目領域の範囲の各画像から背景の動きの成分を補償した複数の画像を作成し、前記背景の動きの成分が補償された前記複数の画像間の差分を算出することにより、前記背景とは異なる動きをしている物体の輪郭線を検出し、該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分を全て抽出し、該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを方位ベクトルとして検出し、該各方位ベクトルを合成して前記注目領域の中心点を原点とする実空間座標上でポテンシャル場の傾斜ベクトルとし、前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。

【請求項 1 2】 前記各画像中に存在する被写体の前記注目領域の中心点を中心とする放射方向の輪郭線を検出および／または円環方向の輪郭線を検出を、前記切り出された画像を前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後に、該複素対数座標変換された画像において検出された輪郭線から前記注目領域内での面内回転方向の前記画像の動

きおよび／または放射方向の前記画像の動きを検出することを特徴とする請求項 1 1 記載の被写体抽出方法。

【請求項 1 3】 前記物体の輪郭線の検出を、前記背景の動きの成分が補償された前記複数の画像間の差分を示す画像を前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後に、前記輪郭線の成分の抽出を、前記複素対数座標変換された画像において検出された輪郭線から前記複素対数座標の円環方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分をすべて抽出することにより、該抽出された各成分の前記複素対数座標上での方位と強度とを検出することにより、前記方位ベクトルを検出することを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 記載の被写体抽出方法。

【請求項 1 4】 前記輪郭線を検出した後に、該検出された輪郭線のうち、前記所定方向と略同一方向に連続性が高い輪郭線および／または強度が大きい輪郭線を互いに協調させることによって強調するとともに、前記各輪郭線と前記方向に連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線とを互いに競合させることによって該連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線を消去し、該強調された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた前記輪郭線の成分をすべて抽出するようにしたことを特徴とする請求項 1 1, 1 2 または 1 3 記載の被写体抽出方法。

【請求項 1 5】 前記方位ベクトルの合成を、前記各方位ベクトルに所定角度の位相シフトを加えて行うことを特徴とする請求項 1 1 から 1 4 のいずれか 1 項記載の被写体抽出方法。

【請求項 1 6】 前記方位ベクトルの合成を、前記注目領域の中心点と前記輪郭線の成分との距離に応じて前記方位ベクトルに重みを加えて行うことを特徴とする請求項 1 1 から 1 5 のいずれか 1 項記載の被写体抽出方法。

【請求項 1 7】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の第 1 の画像を切り出し、該切り出された第 1 の画像に含まれる物体の輪郭線を検出し、所定時間経過後、前記画像から前記注目領域の範囲の第 2 の画像を切り出し、該切り出された第 2 の画像に含まれる物体の輪郭線を検出し、前記第 1 の画像から検出された前記輪郭線と、前記第 2 の画像から検出された前記輪郭線との差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記背景の動きを検出し、該検出された前記背景の動きを前記画像から差し引いて前記背景とは異なる動きをした物体を検出し、該物体を前記所定被写体候補と認識し、

該所定被写体候補に向かうベクトルをポテンシャル場の傾斜ベクトルとして検出し、

前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、

該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。

【請求項18】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の画像を切り出し、

該切り出された画像から前記所定被写体候補の所定方向の輪郭線を検出し、

該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分を全て抽出し、

該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを第1の方位ベクトルとして検出し、

該各方位ベクトルを第1の移動ベクトルとして合成するとともに、

前記切り出された画像から前記所定被写体候補の色と略一致する色の領域を抽出し、

該抽出された領域の前記注目領域中心点を基準とした方位と距離とを検出し、

該方位と距離とを第2の移動ベクトルとして合成し、

前記第1および第2の各移動ベクトルを合成して前記注目領域の中心点を原点とする実空間座標上でポテンシャル場の傾斜ベクトルとし、

前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、

該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、

該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。

【請求項19】 前記所定被写体候補の所定角度傾いた輪郭線の検出および前記所定被写体候補の色と略一致する色の領域の検出を、前記切り出された画像を前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後に行い、

前記輪郭線の成分の抽出を、前記複素対数座標変換された画像において検出された輪郭線から前記複素対数座標の円環方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分をすべて抽出することにより行い、

該抽出された各成分の前記複素対数座標上での方位と強度とを検出することにより、前記第1の方位ベクトルを

検出し、前記抽出された各領域の前記複素対数座標上での方位と距離とを検出することを特徴とする請求項18記載の被写体抽出方法。

【請求項20】 前記輪郭線を抽出した後に、該検出された輪郭線のうち、前記所定方向と略同一方向に連続性が高い輪郭線および／または強度が大きい輪郭線を互いに協調させることによって強調するとともに、前記各輪郭線と前記方向に連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線とを互いに競合させることによって該連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線を消去し、

該強調された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた前記輪郭線の成分をすべて抽出するようにし、

前記被写体の色と略一致する色の領域のうち、互いに近接する色との一致度が大きい領域同士を協調させることによって前記色との一致度が大きい領域を強調し、

前記色との一致度が大きい領域と、該領域とは離れた位置にある前記色との一致度が小さい領域との競合によって、前記色との一致度が小さい領域を消去し、

該色との一致度が大きい領域と該領域とは離れた位置にある前記色との一致度が大きい領域とを互いに競合させ、

前記色との一致度が大きい領域であって、かつ領域としての大きさや形状がより適当である領域を残し、領域としての大きさや形状がより不適当な領域を消去することによって、前記注目領域の範囲の中で最も適当な領域を、被写体領域として選択し、

該選択された被写体領域の方向と距離とを注目領域の中心点を基準として検出することを特徴とする請求項18

または19記載の被写体抽出方法。

【請求項21】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、

前記動きのある画像に、所定の大きさを有する注目領域を設定し、所定の時間差を有する複数の時刻における前記注目領域の範囲の画像を切り出し、該切り出された複数の画像の1つから前記所定被写体候補の所定方向の輪郭線を検出し、

該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分を全て抽出し、

該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを第1の方位ベクトルとして検出し、

該各方位ベクトルを第1の移動ベクトルとして合成し、前記切り出された複数の画像について該各画像中に存在する被写体の輪郭線を検出し、該輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での面内平行方向の前記画像の動きを検出し、

前記各画像中に存在する被写体の前記注目領域の中心点を中心とする放射方向の輪郭線を検出し、該放射方向の

10

20

30

40

50

輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での面内回転方向の前記画像の動きを検出し、
前記各画像中に存在する被写体の円環方向の輪郭線を検出し、該円環方向の輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での放射方向の前記画像の動きを検出し、
前記検出された面内平行方向、面内回転方向または放射方向の前記画像の動きに基づいて、前記切り出された前記注目領域の範囲の各画像から背景の動きの成分を補償した複数の画像を作成し、
前記背景の動きの成分が補償された前記複数の画像間の差分を算出することにより、前記背景とは異なる動きをしている物体の輪郭線を検出し、
該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分を全て抽出し、
該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを第 2 の方位ベクトルとして検出し、
該各方位ベクトルを第 2 の移動ベクトルとして合成し、
前記第 1 および第 2 の各移動ベクトルを合成して前記注目領域の中心点を原点とする実空間座標上でポテンシャル場の傾斜ベクトルとし、
前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、
該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、
該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。
【請求項 2 2】 前記各画像中に存在する被写体の前記注目領域の中心点を中心とする放射方向の輪郭線を検出および／または円環方向の輪郭線を検出を、前記切り出された画像を前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後に行うとともに、
前記所定被写体候補の所定角度傾いた輪郭線の検出を、前記切り出された画像の 1 つを前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後にに行い、
前記背景の動きの成分が補償された画像からの前記輪郭線の成分の抽出および前記切り出された複数の画像の 1 つからの前記輪郭線の成分の抽出を、前記複素対数座標変換された画像において検出された輪郭線から前記複素対数座標の円環方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分を全て抽出することにより行い、
該抽出された各成分の前記複素対数座標上での方位と強度とを検出することにより前記第 1 および第 2 の方位ベクトルを検出することを特徴とする請求項 2 1 記載の被写体抽出方法。
【請求項 2 3】 前記第 1 および第 2 の方位ベクトルを

検出する際の前記輪郭線を検出した後に、該検出された輪郭線のうち、前記所定方向と略同一方向に連続性が高い輪郭線および／または強度が大きい輪郭線を互いに協調させることによって強調するとともに、前記各輪郭線と前記方向に連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線とを互いに競合させることによって該連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線を消去し、
該強調された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた前記輪郭線の成分を全て抽出するようにし、
前記強調された前記領域の前記注目領域の中心点を基準とした方位を方位ベクトルとして検出することを特徴とする請求項 2 1 または 2 2 記載の被写体抽出方法。
【請求項 2 4】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、
前記動きのある画像に、所定の大きさを有する注目領域を設定し、所定の時間差を有する複数の時刻における前記注目領域の範囲の画像を切り出し、該切り出された複数の画像の 1 つから前記所定被写体候補の所定方向の輪郭線を検出し、
該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分を全て抽出し、
該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを第 1 の方位ベクトルとして検出し、
該各方位ベクトルを第 1 の移動ベクトルとして合成し、前記切り出された複数の画像について該各画像中に存在する被写体の輪郭線を検出し、該輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での面内平行方向の前記画像の動きを検出し、
前記各画像中に存在する被写体の前記注目領域の中心点を中心とする放射方向の輪郭線を検出し、該放射方向の輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での面内回転方向の前記画像の動きを検出し、
前記各画像中に存在する被写体の円環方向の輪郭線を検出し、該円環方向の輪郭線が検出された前記各画像間の差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記注目領域内での放射方向の前記画像の動きを検出し、
前記検出された面内平行方向、面内回転方向または放射方向の前記画像の動きに基づいて、前記切り出された前記注目領域の範囲の各画像から背景の動きの成分を補償した複数の画像を作成し、
前記背景の動きの成分が補償された前記複数の画像間の差分を算出することにより、前記背景とは異なる動きをしている物体の輪郭線を検出し、
該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分

を全て抽出し、

該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを第 2 の方位ベクトルとして検出し、

該各方位ベクトルを第 2 の移動ベクトルとして合成し、さらに、

前記切り出された複数の画像の 1 つから前記所定被写体候補の色と略一致する色の領域を抽出し、

該抽出された領域の前記注目領域中心点を基準とした方位と距離とを検出し、

該方位と距離とを第 3 の移動ベクトルとして検出し、 10

前記第 1、第 2 および第 3 の各移動ベクトルを合成して前記注目領域の中心点を原点とする実空間座標上でポテンシャル場の傾斜ベクトルとし、

前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、

該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、

該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。 20

【請求項 2 5】 前記各画像中に存在する被写体の前記注目領域の中心点を中心とする放射方向の輪郭線を検出および／または円環方向の輪郭線を検出を、前記切り出された画像を前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後に行うとともに、

前記所定被写体候補の所定角度傾いた輪郭線の検出および前記所定被写体候補の色と略一致する領域の検出を、前記切り出された画像の 1 つを前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後にに行い、

前記背景の動きの成分が補償された画像からの前記輪郭線の成分の抽出および前記切り出された複数の画像の 1 つからの前記輪郭線の成分の抽出を、前記複素対数座標変換された画像において検出された輪郭線から前記複素対数座標の円環方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分をすべて抽出することにより行い、

該抽出された各成分の前記複素対数座標上での方位と強度とを検出することにより前記第 1 および第 2 の方位ベクトルを検出し、前記抽出された各領域の前記複素対数座標上での方位と距離とを検出することを特徴とする請求項 2 4 記載の被写体抽出方法。 40

【請求項 2 6】 前記第 1 および第 2 の方位ベクトルを検出する際の前記輪郭線を検出した後に、該検出された輪郭線のうち、前記所定方向と略同一方向に連続性が高い輪郭線および／または強度が大きい輪郭線を互いに協調させることによって強調するとともに、前記各輪郭線と前記方向に連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線とを互いに競合させることによって該連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線を消去し、

該強調された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた前記輪郭線の成分をすべて抽出するようにし、

前記第 3 の方位ベクトルを検出する際の前記抽出された各領域のうち、互いに近接する色との一致度が大きい領域同士を協調させることによって前記色との一致度が大きい領域を強調し、

前記色との一致度が大きい領域と、該領域とは離れた位置にある前記色との一致度が小さい領域との競合によって、前記色との一致度が小さい領域を消去し、

該色との一致度が大きい領域と該領域とは離れた位置にある前記色との一致度が大きい領域とを互いに競合させ、前記色との一致度が大きい領域であって、かつ領域としての大きさや形状がより適当である領域を残し、領域としての大きさや形状がより不適当な領域を消去することによって、前記注目領域の範囲の中で最も適当な領域を、被写体領域として選択し、

該選択された被写体領域の方向と距離とを注目領域の中心点を基準として検出することを特徴とする請求項 2 4 または 2 5 記載の被写体抽出方法。

【請求項 2 7】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の第 1 の画像を切り出し、

該切り出された第 1 の画像に含まれる物体の輪郭線を明暗の情報として検出し、

所定時間経過後、前記画像から前記注目領域の範囲の第 2 の画像を切り出し、

該切り出された第 2 の画像に含まれる物体の輪郭線を明暗の情報として検出し、 30

前記第 1 の画像から検出された前記輪郭線と、前記第 2 の画像から検出された前記輪郭線との差分を算出し、該算出された差分に基づいて前記背景の動きを検出し、該検出された前記背景の動きを前記画像から差し引いて前記背景とは異なる動きをした物体を検出し、

該物体を前記所定被写体候補と認識し、

該所定被写体候補の方向を向くベクトルを第 1 の移動ベクトルとして検出するとともに、

前記切り出された第 1 の画像からの前記所定被写体候補の所定方向の輪郭線を検出し、

該検出された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分を全て抽出し、

該抽出された各成分の前記注目領域中心点に対する方位と強度とを第 1 の方位ベクトルとして検出し、

該各方位ベクトルを第 2 の移動ベクトルとして合成し、さらに、

前記切り出された第 1 の画像から前記所定被写体候補の色と略一致する色の領域を抽出し、

50 該抽出された各領域の前記注目領域中心点を基準とした

方位と距離とを検出し、

該方位と距離とを第 3 の移動ベクトルとして検出し、前記第 1、第 2 および第 3 の各移動ベクトルを合成して前記注目領域の中心点を原点とする実空間座標上でポテンシャル場の傾斜ベクトルとし、

前記注目領域を前記画像全体に走査させて該画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、

該画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、

該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とする被写体抽出方法。

【請求項 2 8】 前記所定被写体候補の所定角度傾いた輪郭線の検出および前記所定被写体候補の色と略一致する領域の検出を、前記切り出された第 1 の画像を前記注目領域の中心点を極として複素対数座標変換した後に、

前記切り出された第 1 の画像からの前記輪郭線の成分の抽出を、前記複素対数座標変換された画像において検出された輪郭線から前記複素対数座標の円環方向に対して所定角度傾いた該輪郭線の成分をすべて抽出することにより行い、

該抽出された各成分の前記複素対数座標上での方位と強度とを検出することにより前記第 2 の方位ベクトルを検出し、前記抽出された各領域の前記複素対数座標上での方位と距離とを検出することを特徴とする請求項 2 7 記載の被写体抽出方法。

【請求項 2 9】 前記輪郭線を検出した後に、該検出された輪郭線のうち、前記所定方向と略同一方向に連続性が高い輪郭線および／または強度が大きい輪郭線を互いに協調させることによって強調するとともに、前記各輪郭線と前記方向に連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線とを互いに競合させることによって該連続性が低い輪郭線および／または強度が小さい輪郭線を消去し、

該強調された輪郭線から前記注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた前記輪郭線の成分をすべて抽出するようにしたことを特徴とする請求項 2 7 または 2 8 記載の被写体抽出方法。

【請求項 3 0】 画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記所定被写体候補を抽出後、該画像の該所定被写体候補が抽出された領域に

ついて、再抽出防止処理を施すことを特徴とする請求項 1 から 2 9 のいずれか 1 項記載の被写体抽出方法。

【請求項 3 1】 前記再抽出防止処理をニューラルネットワークを用いて行うことを特徴とする請求項 3 0 記載の被写体抽出方法。

【請求項 3 2】 前記再抽出防止処理をポテンシャル場

のマップにマスキング処理を施すことにより行うことを特徴とする請求項 3 0 または 3 1 記載の被写体抽出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像情報処理の際に、画像から所定の被写体を抽出する被写体抽出方法に関するものである。

【0002】

10 【従来の技術】人間が画像を見て、その中に何があるかを認識する。この動作は 2 つのステップに分解できるといわれる。視点を動かし、認識対象を視野の中心に捕らえ、同時に物体の大きさを把握する「発見・抽出」の動作を行なう第 1 のステップ、そして注視点に存在する物体が何であるかを、記憶や知識と照らし合わせて「判別」する第 2 のステップである。人間は通常、この 2 つのステップを繰り返しながら、外界の情報を獲得している。

20 【0003】これに対し、マッチングに代表される、従来の画像処理によるパターン認識技術においては、第 2 のステップに重きがおかれ、第 1 の「発見・抽出」の部分については、人間が介在して対象の切り出しや大きさの正規化を行なってやる必要があったり、郵便番号の自動読みとり機に代表されるように、あらかじめ位置決めされた位置に対象物体を置かなければならなかったりといった制限があるものがほとんどであった。また、大きさや位置の変化に強いパターン認識手法としては、不変量に基づいて判別を行なう各種の方法が提案されている。たとえば、セントラルモーメントを用いる方法、フーリエ記述子を用いる方法、平均 2 乗誤差を用いる方法などがあるが、これらの方法は、認識のために複雑な積分演算や座標変換を行なう必要があり、どこに対象物体があるのかわからない場合や、扱う画像が大きい場合には、膨大な計算量が必要となってしまう。また、これらの方法は、画像中に複数の物体が存在する場合には、互いの存在がノイズとなって認識結果を誤らせてしまう可能性もあり、実用上、十分な方法ではない。

40 【0004】対象物体の大きさや位置のずれに強いその他の認識モデルとして、ネオコグニトロンがある（福島：位置ずれに影響されないパターン認識機構の神経回路モデル—ネオコグニトロン、電子通信学会論文誌 A, J62-A(10), pp658-665, Oct. 1979）。ネオコグニトロンは、パターンマッチングを対象物体の微小部分に対して行ない、その位置ずれを階層構造に依って、何段かに分けて吸収しながら行なうという原理によるものである。このため、正確な認識とずれの吸収を両立させるためには、おのずと限界が生じる。通常、ネオコグニトロンでは、大きさに対しては 4 倍程度の変動しか許容できないといわれる（永野：大きさに不変な特徴抽出をするニューラルネット、コンピュータール, NO. 29, pp26-31）。同

様に、位置ずれに対しても対象物体の大きさの2～3倍程度しか許容できない。最近になって提案された選択的注意の機構を組み込んだネオコグニトロンにおいても、この許容能力は同様である。

【0005】一方で、人間の視覚機能が、どのようにしてこの第1のステップを実行しているかは、未だに解明されていないが、視点の動作の様子に関しては、かなり解明されつつある(樋渡:生体系における視聴覚情報処理、情報処理, Vol. 23, No. 5, pp451-459(1982)、あるいは外山:視覚系の構造と機能、情報処理, Vol. 26, No. 2, pp108-116(1985)等)。眼球運動には、サッケード運動、追従運動、固視微動などがある事が知られている。これらの運動をシミュレートするようなモデルもいくつか提案されているが、画像の微分値の大きい方へ移動する(中野:パターン識別学習システム、映像情報(I), 1987/1, pp31-37、あるいは白鳥ら:擬似網膜マスクによるサッケード運動のシミュレーション、テレビ学技報 ITEJ Tec. Rep. Vol. 14, No. 36, pp25-30, ICS '90-54, AIPS' 90-46, June, 1990)、明度の高い方へ移動する(平原ら:注視点特定のためのニューラルネット、テレビ学技報 ITEJ Tec. Rep. Vol. 14, No. 33, pp25-30, VAI '90-28, June, 1990)、あるいは輪郭の曲率の大きな点に移動する(乾ら:特開平2-138677号公報)等、余りに単純で、いずれも人間の視覚機能をうまく模倣しているとはとてもいいがたいものであった。

【0006】さらに、認識対象を捕らえ、その全体を含む領域を抽出するためには、対象物体の部分的な特徴にのみ捕らわれることなく、対象全体の中心において視点の運動が安定(停止)することが必要であるが、前述した既存の各種モデルでは、いずれもこのような動作を行なわせることはできていない。例えば前述した白鳥らの擬似網膜マスクによる方法では、視点は物体の輪郭線の回りを行ったり来たりするだけで安定せず、また乾らのモデルでは、視点はいつまでたっても物体のごく一部分の特徴点しか捕らえることができない。また、ほとんどの手法は、物体の背景が単純であることを暗黙の前提条件として必要としており、一般写真のような自然画像に対してほとんど適用できないものである。

【0007】以上のように、位置ずれや大きさの変化を人間が介在して吸収したり、あらかじめ位置や大きさの正規化されていることが前提条件となっている場合には、良好な認識が可能な様々な手法が存在するが、認識のために画像から対象とする被写体全体を、そっくり抽出する優れた手法は存在しない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、人間は認識すべき対象をあらかじめ外界の画像から適当な大きさに抽出してから、効率的に認識処理を行っている。これに対し、従来提案されてきた方法は、1つの処理系で、外界画像中の対象物を認識しようとするため、非常

に複雑な手順や、膨大な時間が必要だったり、あるいは、抽出部分に人間が介在する必要があったり、画像の背景が単純である必要があったり、という問題があり、十分実用に耐えられるものではなかった。これらの問題はいずれも、認識すべき対象物体を外界の画像中から抽出する有効な方法が存在せず、認識システムの判別部に大きな負担をかけるような構造になっていたためである。

【0009】また、これらの方法は、対象被写体が画像中に複数存在する場合、一度抽出した被写体を再度抽出してしまうことがあり、これは未抽出の対象被写体の抽出を妨げ、抽出の効率を低下させるという不都合を生じている。

【0010】本発明は上記事情に鑑み、与えられた画像から適切に精度良く所定の被写体を抽出することのできる被写体抽出方法を提供することを目的とするものである。

【0011】さらに本発明は、与えられた画像中に対象とする被写体が複数存在する場合であっても、同じ被写体を再度抽出することなく、効率良く被写体の抽出を行う被写体抽出方法を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の被写体抽出方法は、画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、該マップ中のポテンシャルの極小点を基準として、前記所定被写体の大きさおよび/または形状に応じて抽出領域を決定することを特徴とするものである。

【0013】また、本発明による第2の被写体抽出方法は、画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の画像を切り出し、この切り出された画像もしくはこの画像を複素対数座標変した画像の全体の動き、画像内に含まれる所定被写体候補の色および/または画像内に含まれる所定被写体候補の輪郭線の傾きに基づいて、所定被写体候補の色、輪郭線などの成分の注目領域中心点に対する方位と強度とを方位ベクトルとして求め、この方位ベクトルを合成してポテンシャル場の傾斜ベクトルを求め、このポテンシャル場の傾斜ベクトルを画像全体に記録することによりポテンシャル場のマップを作成し、このポテンシャル場のマップの極小点を基準として、所定被写体候補の大きさおよび/または形状に応じて抽出領域を決定するようにしたことを特徴とするものである。

【0014】また、ここで「ポテンシャル場」について説明する。人間が、画像を見る際には、画像を見まわして、その画像の中にある所定の被写体(例えば、空を背景とした人間の顔の画像であれば、その顔)の中心に視点を移動して、その部分が顔であるということを認識する。画像上においては、所定被写体から離れた位置で

は、視点を所定被写体に向けて大きく動かす必要があり、所定被写体の近傍では、わずかに視点を動かせば所定被写体に到達し、その所定被写体において視点は安定する。すなわち、視点を移動する方向と量を視点移動ベクトルとすると、この視点移動ベクトルは視点が現在ある位置からみた視点安定点の方向と、移動量を示すものであり、視点安定点、すなわち所定被写体の中心点においては、視点移動ベクトルは 0 となる。ここで画像に視点安定度の「場」というものがあると考え、視点安定点ではその「場」は平坦であり、視点移動の必要な安定点では「場」は傾いている。このように、視点移動ベクトルは「場」の傾きを表現していると思なすことができ、視点の移動は「場」のポテンシャルの低い方へと移動する動作に等しいと思なすことができる。この視点安定度の「場」を「ポテンシャル場」として、以後用いることとする。

【0015】また、画像全体について算出された各ポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて前記画像全体のポテンシャル場のマップを作成するということは、ポテンシャル場の傾斜ベクトルを人間の視点移動ベクトルと対応させて、このポテンシャル場の傾斜ベクトルの矢印の向いている方向にポテンシャル場が傾いているものとみなし、所定被写体候補の中心点においてポテンシャル場の傾斜ベクトルは 0、すなわちポテンシャル場が極小点となるように場の傾きを画像全体について記録することを用いる。このようにして作成されたマップを見れば画像のある場所の視点が、その後どのような軌跡を描いて、極小点に落ち込んでいくかが一目瞭然に理解できる。この極小点を基準として所定被写体の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定するのである。

【0016】さらに、上述した方位ベクトルを合成する際に、必要があれば位相シフトもしくは重み付けを加えるようにしてもよい。

【0017】さらに本発明による第 3 の被写体抽出方法は、所定被写体候補を抽出した後、画像中の所定被写体候補が抽出された領域についてマスキング等の方法により、再抽出防止処理を施すことを特徴とするものである。

【0018】なお、本発明の被写体抽出方法における所定被写体候補の抽出および判定の各種具体的な態様は、請求項 1 から 32 に記載した通りのものであり、課題を解決するための手段としてここにその内容を繰返すのは冗長となるので、ここでは省略する。

【0019】

【作用】本発明による被写体抽出方法は、画像から所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定する被写体抽出方法において、所定被写体候補の抽出を行う画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、このマップ中のポテンシャルの極小点を基準として、所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定する

ようにしたものである。このため、特定の被写体のみでなく、いかなる形状の所定被写体をも抽出することが可能であり、また、画像における所定被写体候補の背景が複雑であっても所定被写体候補を抽出することができる。

【0020】なお、具体的な方法として、画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の画像を切り出し、切り出された画像から所定被写体候補の輪郭線を検出して、この輪郭線が注目領域の中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた成分から方位ベクトルを求め、必要があれば所定角度の位相シフトもしくは重みを加えてからこの方位ベクトルを合成してポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めて、このポテンシャル場の傾斜ベクトルを画像全体について求めてポテンシャル場のマップを作成し、このマップ中のポテンシャル場の極小点を基準として所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定するようにしてもよい。さらに、切り出した画像を複素対数座標変換しても、実空間座標における場合と同様にポテンシャル場のマップを求め、所定被写体候補を抽出することが可能である。

【0021】さらに、画像から所定の大きさを有する注目領域の範囲の画像を切り出して、この切り出された画像から所定被写体候補の色と略一致する色の領域を検出して、この領域の方位と距離とを求め、この方位と距離とからポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めてポテンシャル場のマップを作成し、このマップ中のポテンシャル場の極小点を基準として所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定するようにしてもよい。

【0022】ここで、所定被写体候補の色と略一致するとは、図 54 に示すような色度図上において、所定被写体候補の色度値と注目領域の大きさの範囲で切り出された画像の任意の点における色度値との距離があるしきい値よりも小さい場合のことをいう。すなわち、ある点における色度値が、所定被写体候補の色度値と色度図上において所定のしきい値を越えて離れている場合は、その点からなる領域は抽出されず、所定のしきい値よりも小さい場合は、その点からなる領域を抽出するものである。

【0023】また、切り出された画像を複素対数座標変換しても、実空間座標における場合と同様にポテンシャル場のマップを求め、所定被写体候補を抽出することが可能である。

【0024】さらに、抽出された各領域のうち、所定被写体候補の色との一致度が大きい領域と該領域の近傍の領域とを互いに協調させることによって色との一致度が大きい領域を強調するとともに、この色との一致度が大きい領域とこの領域とは離れた位置にある所定被写体候補の色との一致度が小さい領域とを互いに競合させることによってこの色との一致度が小さい領域を消去し、この強調された領域の複素対数座標上での方位を方位ベク

トルとして検出し、ポテンシャル場のマップを作成するようにすれば、所定被写体候補の色との一致度が大きい領域をより抽出し易くなるために好ましい。

【0025】このように、所定被写体候補を抽出するようにすれば、特定の被写体のみではなく、いかなる形状の所定被写体候補をも抽出することが可能であり、また、画像における所定被写体候補の背景が複雑であっても所定被写体候補を抽出することができる。さらに、画像の全面に対して処理を行う必要が無くなるため、演算時間を短縮することができる。

【0026】さらに、所定の時間差を有する複数の時刻における注目領域の範囲の画像を切り出し、まずこれら画像間の被写体の輪郭線の差分を算出し、この差分に基づいて注目領域内での面内平行方向の画像の動きを検出するようにし、これと同時に、注目領域の範囲の各画像を複素対数座標変換し、この複素対数座標変換された画像から、被写体の放射方向の輪郭線の差分を算出して画像の面内回転方向の動きを、被写体の円環方向の輪郭線の差分を算出して画像の放射方向の動きをそれぞれ検出するようにし、さらに、検出された面内平行方向、面内回転方向および／または放射方向の画像の動きに基づいて、背景の動きを補償し、この背景の動きが補償された画像から背景とは異なる動きをしている物体の輪郭線を検出して、この輪郭線が複素対数座標の円環方向に対して所定角度傾いた成分から方位ベクトルを求め、必要があれば所定角度の位相シフトもしくは重みを加えてからこの方位ベクトルを合成してポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めて、このポテンシャル場の傾斜ベクトルを画像全体に記録してポテンシャル場のマップを求め、このマップの極小点を基準として物体の大きさおよび／または形状に応じて所定被写体候補を抽出するための抽出領域を決定するようにしてもよい。

【0027】このように所定被写体候補を抽出することにより、注目領域内において所定被写体候補だけが動いている場合だけでなく、画像全体が動いている場合でも背景の動きを補償し、ポテンシャル場のマップを求めて、所定被写体候補だけを抽出することが可能である。また、画像における所定被写体候補の背景が複雑であっても所定被写体候補を抽出することができる。さらに、画像の全面に対して処理を行う必要が無くなるため、演算時間を短縮することができる。

【0028】また、切り出された画像を複素対数座標変換しても、実空間座標における場合と同様に所定被写体候補を抽出することが可能である。

【0029】また、上述したように、輪郭線に基づいた所定被写体候補の抽出と、色に基づいた所定被写体候補の抽出とを同時に行うようにすれば、所定被写体候補の抽出をより正確に抽出することができる。

【0030】さらに、上述したように、輪郭線に基づいた所定被写体候補の抽出と、動きに基づいた所定被写体

候補の抽出とを同時に行うようにしても、所定被写体候補の抽出をより正確に抽出することができる。

【0031】さらに、輪郭線に基づいた所定被写体候補の抽出と、色に基づいた所定被写体候補の抽出と、動きに基づいた所定被写体候補の抽出とを同時に行うようにすれば、所定被写体候補をより一層正確に抽出することが可能となるため好ましい。

【0032】このようにして抽出領域を決定するようにすれば、注目領域はポテンシャル場の傾きにより、所定被写体候補の極小点、すなわち、所定被写体候補の中心点を求めることができ、極めて精度良く、効率的に所定被写体候補の抽出を行うことができる。

【0033】また、上述した所定被写体候補を抽出する方法は、特定の被写体のみではなく、いかなる形状の所定被写体候補をも抽出することが可能であり、また、画像における所定被写体候補の背景が複雑であっても所定被写体候補を抽出することができる。

【0034】また、切り出された画像を複素対数座標変換しても、実空間座標における場合と同様にポテンシャル場のマップを求め、所定被写体候補を抽出することが可能である。

【0035】また、本発明による別の被写体抽出方法は、上述した本発明による被写体抽出方法に示した抽出方法により、画像から所定被写体候補を抽出し、この抽出後、画像の所定被写体候補が抽出された領域について再抽出防止処理を施すようにした。このため、同一画像中に所定被写体候補が複数存在する場合でも、一度抽出した所定被写体候補を再度抽出してしまうことを防ぐことができる。

【0036】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

【0037】図1は、本発明による被写体抽出方法の第1実施例の基本的概念を示すブロック図である。なお、本実施例は、ニューラルネットワークを用いてポテンシャル場の傾斜ベクトルを決定し、このポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいてポテンシャル場のマップを作成して、このポテンシャル場のマップから所定被写体の候補を抽出して、抽出した所定被写体候補を、この所定被写体候補が所定被写体であるか否かを判定する被写体認識に用いるものとする。

【0038】図1に示すように、本実施例はニューラルネットワークを用いて所定被写体候補の輪郭線、色および動きに基づいて、画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出するニューラルネット部3と、ニューラルネット部3において算出されたポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて画像全体のポテンシャル場のマップを作成し、このマップのポテンシャルの極小点を基準として、所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じて抽出領域を決定する抽出領域決定部4とから

なる。

【0039】まずニューラルネット部3において、画像上に注目領域の中心点位置および注目領域のサイズを設定して、画像から注目領域の範囲の画像を取り込み、次いで所定被写体候補の動き、輪郭線および色に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出し、このポテンシャル場の傾斜ベクトルを合成し、この合成したポテンシャル場の傾斜ベクトルに基づいて、ポテンシャル場のマップが作成される。ポテンシャル場のマップが作成されると、このマップのポテンシャルの極小点を基準として

【0040】なお、上述したニューラルネット部3においては、人間が視点を移動する方向と同様の方向にポテンシャル場の傾斜ベクトルが向かうようにニューラルネットワークが構成される。人間の視点の移動は例えば、人間が図2に示すような図形を眺める場合を考えると、過去の研究により注視点は物体の輪郭や端点上に長時間留まるとい報告がなされており、注視点は図2(b)の点線で囲んだS部に留まるものである。また、眺めた物体を一つの塊として認識する瞬間には、注視点は輪郭線上にはなく、輪郭線で囲まれた中心部分に留まることが経験上認識されている。例えば図2(a)のような図形を眺めた場合は注視点は点線で囲んだS部に留まる。すなわち、人間の視点は、輪郭線で囲まれた物体の中心点、あるいは、線分の交点や多角形の頂角において安定するということがいえる。よって、注目領域周辺にのみ被写体が存在するときには、まずその被写体の方向にポテンシャル場の傾斜ベクトルが向き、ある程度被写体に近づいた後は、その被写体の中心もしくは頂角等へと傾斜ベクトルが向くようなポテンシャル場の傾斜ベクトルを出力するというような機能を有するように、ニューラルネットワークを構成すればよい。

【0041】次にニューラルネット部3における物体の輪郭線に基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出について説明する。

【0042】図3は、この所定被写体候補の輪郭線に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出する機能を有するニューラルネットワークの構成を表す図である。このニューラルネットワークの入力は時刻tにおける所定の大きさの注目領域から入力される外界の画像である。また、出力は、注目領域に対しどちらの方向がより安定するかという方位、また、その場所において注目領域がどれくらい不安定かという不安定度である。これが二次元のベクトル、すなわちポテンシャル場の傾斜ベクトルとなる。

【0043】本実施例におけるニューラルネットワークの基本構造は階層型であるが、一部の層内e1、e2層では相互結合もしているため複合型ともいえる。また、

階層型として有名なバックプロパゲーションモデルでは、各層間の各ニューロン同士はすべて互いに結合している構造がとられるのに対し、このニューラルネットワークでは、各層同士で位置が対応するニューロンと、その近傍のニューロンとの間のみ結合が限定されている局所結合型になっている。このため、各層間のシナプス数を相当低減でき、演算時間の短縮を実現できる。また、相互結合層内の各ニューロン間の結合も同様に、位置的に近いものどうしの間のみ存在する。このような局所的な結合構造は、人間の眼の網膜から脳の1次視覚野にかけてみられる神経回路と同様の構造となっている。

【0044】次に、このニューラルネットワークの各層の機能について説明する。このニューラルネットワークは画像をニューラルネットワークに入力するa層、入力された画像の複素対数座標変換（対数極座標変換）を行うb層、放射方向の各輪郭線を検出するc1、c2層、放射方向の輪郭線の端点を検出するd層、円環方向の輪郭線を選択する相互結合回路網層であるe1層および、放射方向の輪郭線を選択する相互結合回路網層であるe2層、所定被写体候補の円環方向の輪郭線成分と注目領域中心点との偏心率検出層であるf1層、所定被写体候補の放射方向の輪郭線成分と注目領域中心点との偏心率検出層であるf2層、所定被写体候補の円環方向の方位ベクトル検出層であるg1層、所定被写体候補の放射方向の方位ベクトル検出層であるg2層、検出された円環方向の方位ベクトルを合成する方位ベクトル合成層であるh1層、検出された放射方向の方位ベクトルを合成する方位ベクトル合成層であるh2層、およびポテンシャル場の傾斜ベクトルを出力するi層から構成されている。なお、本実施例のニューラルネットワークにおいては、b層以降の各層間あるいは各層内のシナプス結合は、空間不変（スペースインバリエント）とした。これは、モデルシミュレーションや並列処理の実行容易性を考慮したためで、必ずしも空間不変である必要はない。しかし、空間不変としておくことで、各ニューロンの出力は、シナプス結合マトリックスと前段のニューロン層マトリックスとのコンボリューション（シナプス結合パターンとのマッチング）演算結果を、非線形関数に通したものに相当するので、ニューラルネットワークのシミュレーションを計算機上で行う場合、計算的な扱いが非常に楽になる。

【0045】まず、このニューラルネットワークに入力された画像は、b層において注目領域の中心点を極として複素対数座標変換される。このb層において画像を複素対数座標変換することで、b層以降のニューラルネットワークの動作を画像データの配列と空間不変なシナプス結合データ配列とのコンボリューションとして計算的に扱うことができることになる。

【0046】ここで、図4に、様々な図形が複素対数座

標変換された結果を示す。複素対数座標変換では、極すなわち注目領域中心点が所定被写体候補の中心にあれば、図4(a)に示すように同心円状の曲線が水平の直線に、図4(b)に示すように放射状の線が垂直な直線に、

$$z = x + i y \quad (1)$$

とすれば、複素対数座標変換された点 W' は

$$W' = \ln(z) = \ln(|z|) + j\theta_i \quad (2)$$

となる。ここで

$$z = (x^2 + y^2)^{1/2} \quad (3)$$

$$\theta_i = \tan^{-1}(y/x) \quad (4)$$

である。すなわち、複素対数座標変換は複素対数座標における距離軸が注目領域中心点からの距離の対数值、方位軸が注目領域中心点の周囲の角度となるように変換することである。

【0048】複素対数座標変換された画像はc1, c2層において、複素対数座標上でそれぞれ円環方向、放射方向の各輪郭線が抽出される。

【0049】ここで、複素対数座標の円環方向とあるが、これは複素対数座標の方位軸方向を意味するものである。すなわち、複素対数座標の方位軸は実空間座標の原点（本発明においては注目領域の中心点）をとりまく角度を表わしており、実空間座標において原点を中心とする円は複素対数座標では方位軸に平行な直線となる。したがって複素対数座標の方位軸を円環方向としたものである。また、複素対数座標の距離軸は実空間座標の原点からの距離を表わしており、実空間座標において原点を通る放射状の直線は複素対数座標では距離軸に平行な直線となる。したがって、複素対数座標の距離軸を方位軸に平行な円環方向に対して放射方向と呼ぶこととする。

【0050】d層においては、放射方向の輪郭線が抽出されたc2層の画像から、ある所定被写体候補が手前に存在する別の物体に遮ぎられた場合にその境界で発生する放射方向の輪郭線端点を抽出する。e1, e2層は、それぞれ円環方向、放射方向の輪郭線が選択されるような局所相互重み結合を有する相互結合層であり、e1層において、c1層で検出された円環方向の輪郭線のうち円環方向に連続性の高い線分、強度の大きな線分が強調され、独立した線分や弱い輪郭線は消去される。また、e2層においては、c2層で検出された放射方向の輪郭線のうち放射方向に連続性の高い線分、強度の大きな輪郭線が強調され、独立した線分や弱い輪郭線は消去される。

【0051】次いで、f1層において、e1層の相互結合層で選択された円環方向の輪郭線から円環方向に対してある一定角度傾いた成分が抽出される。すなわち、図5に示すような円環方向の輪郭線51に対して右上がりの傾き成分抽出用シナプス結合52および左上がりの傾き成分抽出用シナプス結合53で重み付けられた信号として伝達される。この傾き成分抽出用シナプス結合52, 53は、

また三角形は図4(c)に示すような形に変換される。

【0047】ここで、変換前の空間座標上の点 $W(x, y)$ を、数学的に複素表現で

+成分が並んでいる方向の輪郭線を強め合い、+と-の両成分に渡る輪郭線を打ち消し合ってしまうため、このようなシナプス結合で円環方向の輪郭線51を重み付けられた信号として伝達すると、輪郭線の右上がりの傾き成分51a および左上がりの傾き成分51b が抽出される。なお、本実施例においては、傾き成分抽出用シナプス結合52, 53により円環方向輪郭線が複素対数座標の円環方向に対して20~30度傾いた成分が抽出される。

【0052】一方で、f2層において、e2層の相互結合層で選択された放射方向の輪郭線から円環方向に対してある一定角度傾いた成分が抽出される。すなわち、図6に示すような放射方向の輪郭線54に対して左上がりの傾き成分抽出用シナプス結合55および右上がりの傾き成分抽出用シナプス結合56で重み付けられた信号として伝達され、輪郭線の左上がりの傾き成分54a および右上がりの傾き成分54b が抽出される。なお、本実施例においては、傾き成分抽出用シナプス結合55, 56により放射方向輪郭線が複素対数座標の円環方向に対して60~70度傾いた成分が抽出される。

【0053】次に、以上のようにして求められた輪郭線の成分からのポテンシャル場の傾斜ベクトルの求め方について説明する。なお、ここでは簡単のため、e1層以降におけるポテンシャル場の傾斜ベクトルの合成について、まず説明する。

【0054】図7は本発明の第1実施例によるニューラルネットワークの図3におけるe1層、f1層、g1層、h1層およびi層の部分を抽出し、より詳細に示した図である。

【0055】図7に示すように、各層間はシナプス結合によって結合されている。e1層およびf1層は、ニューロンが2次元状に整列した構造になっている。e1層内で興奮しているニューロンの分布は、e1層内のシナプス相互結合によって選択された、所定被写体候補の輪郭線の円環方向の成分に相当している。

【0056】e1層からf1A層へと興奮信号を伝達するシナプス結合62の重み係数は、e1層内の興奮の分布のうち、左上がりの傾き成分61のみを伝達しやすいように設定されている。このため、図7においては、f1A層では、傾き成分61の位置に相当するニューロン群63のみが興奮する。次いで、f1A層から、方位ベクトルを

検出するために、 $g1A$ 層へと興奮信号が伝達される。 $g1A$ 層は1次元に配列されたニューロン層で、 $f1A$ 層の同一方位にあるニューロン群からの信号を受けるようにシナプス結合によって結合されている。この結果、ニューロン群63の方位に対応する、 $g1A$ 層のニューロン64が興奮する。このニューロン64の方位と興奮の強さが方位ベクトルを表すものである。この際、より好ましくは、ニューロン群63の方位とニューロン64の方位とが、一定角度 β だけずれる、すなわち位相シフトするように $f1A$ 層と $g1A$ 層との結合を設定するのがよい。なお、位相シフトにかえて、図8に示すように、 $f1A$ 層と $g1A$ 層との結合は、注目領域から離れた位置に相当する $f1A$ 層のニューロンからの結合重みほど、大きくなるように重み W を加えるようにしてもよい。また、位相シフトと重み W とを併用するようにすれば、より好ましい。

【0057】同様に、右上がりの傾き成分60の興奮も $f1B$ 層から $g1B$ 層へと伝達され、方位ベクトルを表すニューロン66が興奮する。この場合も好ましくは、位相シフト β および/または重み W を加えるとよい。

【0058】次に、このようにして $g1A$ 層および $g1B$ 層において求められた方位ベクトルは $h1$ 層において合成されて i 層においてポテンシャル場の傾斜ベクトルが決定される。このポテンシャル場の傾斜ベクトルの合成は極座標上で行なっても実空間座標上で行なってもかまわないものであり、図7では実空間座標上で合成した場合を示す。ニューロン64、66からの興奮は、逆複素対数座標変換されながら i 層に伝達される。 i 層では各方位ベクトルの重心が求められ、これが合成されたポテンシャル場の傾斜ベクトルとして出力される。なお、ここで i 層への入力、主要被写体の中心へ向かう方位ベクトルの検出とその合成のみを説明してきたが、実際には i 層には、主要被写体の輪郭の集中点に向かう方位ベクトルも入力され、後述するように適切に合成される。

【0059】以下、上述した方法により、注目領域が所定被写体候補の位置に近づくにつれて変化するポテンシャル場の傾斜ベクトルが求められる状態について説明する。図9は注目領域の中心点と所定被写体候補とが、様々な距離にある場合のポテンシャル場の傾斜ベクトルの求められる状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した図である。なお、ここでは簡単のため所定被写体候補を円形として、この円に向かうポテンシャル場の傾斜ベクトルの求め方について説明する。

【0060】まず、図9(a)に示すように、注目領域73に所定被写体候補71の1部分が入っている場合、図9(a)の複素対数座標において、複素対数座標変換された所定被写体候補71'の輪郭線のうち一定角度 α および $-\alpha$ 傾いた成分が $f1$ 層において検出される。この一定角度 α は、 $f1$ 層において抽出された円環方向の輪郭線が円環方向に対してなす角度であり、円環方向に対して右

上がりを正、左上がりを負としたものである。この一定角度 α および $-\alpha$ 傾いた成分が $g1$ 層において方位ベクトル74, 74' (実空間座標においては方位ベクトル72, 72') として検出される。ここで、ポテンシャル場の傾斜ベクトルがより一層所定被写体候補中心点 O に向き易くするため一定角度 α の方位ベクトルに対しては $+\beta$ の、一定角度 $-\alpha$ の方位ベクトルに対しては $-\beta$ の位相シフトを加えるとともに、注目領域中心点から一定角度 α 、 $-\alpha$ 傾いた成分までの距離に応じた重みを加え、実空間座標における方位ベクトル74', 74' を得る。方位ベクトル74', 74' が得られると、 $h1$ 層においてこれらの合成ベクトルが求められ、この合成ベクトルがポテンシャル場の傾斜ベクトル75となる。

【0061】次に、図9(b)に示すように、所定被写体候補71と注目領域中心点 Q とがある程度近づいている、すなわち注目領域73内に所定被写体候補71が入っている場合、一定角度 α および $-\alpha$ 傾いた点はそれぞれ2ずつ検出され、これに従い方位ベクトル74も4種類検出される。この場合も、図9(a)に示した場合と同様に、それぞれの方位ベクトル74に対して位相シフト $+\beta$ および $-\beta$ と、重み付けを加えてポテンシャル場の傾斜ベクトル75が得られる。

【0062】以下、図9(c)に示す状態においても同様にポテンシャル場の傾斜ベクトル75が得られ、注目領域中心点 Q と所定被写体候補71の中心点 O が一致した状態においてはポテンシャル場の傾斜ベクトルは0となる。

【0063】なお、上述した位相シフト β の値は、ポテンシャル場の傾斜ベクトル75が所定被写体候補71の方向に向かうように、0度以上 $90-\alpha$ 度未満に設定される(90- α 度を越えるとポテンシャル場の傾斜ベクトル75が所定被写体候補71とは反対方向に向いてしまうため)。

【0064】また、上述した方位ベクトル74, 72に加える重みは、前述した輪郭線の一定角度 α および $-\alpha$ 傾いた成分から注目領域中心点までの距離に応じて設定され、ポテンシャル場の傾斜ベクトル75が所定被写体候補の中心点に向くように、距離が離れているほど大きな重みで結合される。

【0065】なお、上述した一定角度 α の値であるが、注目領域中心点 Q が所定被写体候補の外側にある場合は、 α は0度以上90度以下であれば必ず α 点が存在する(α が90度のときは方位ベクトルは所定被写体候補に接し、 α 点は1点のみとなる)。逆に、注目領域中心点 Q が所定被写体候補の内側にあるときには、注目領域中心点 Q と所定被写体候補の中心点 O との距離および α の値によっては α 点が存在しない場合がある。実験から所定被写体候補が円の場合は α が25度のとき、注目領域中心点 Q と所定被写体候補の中心点 O との距離が所定被写体候補の半径の60%程度になると、 α 点は存在しなくなる。さらに、 α が45度のときは、注目領域中心点 Q と所

定被写体候補の中心点Oとの距離が所定被写体候補の半径の80%程度で、 α 点は存在しなくなる。したがって、 α が小さいほど所定被写体候補の中心点Oの近くでも注目領域中心点Qへ向かうベクトルの出力が可能であるが、実際の所定被写体候補は厳密な円ではなく種々多様な形状をしているため、抽出する所定被写体候補に応じて α を設定するのが好ましく、経験的にいって自然画像に関しては α を20~30度前後に設定するのが好ましい。

【0066】次に、f 2層、g 2層およびh 2層におけるポテンシャル場の傾斜ベクトルの決定について説明する。

【0067】図10は注目領域の中心点と所定被写体候補とが様々な距離にある場合のポテンシャル場の傾斜ベクトルの求められる状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した図である。

【0068】まず、図10(a)に示すように、注目領域73に所定被写体候補76の一部分が入っているときは、図10(a)の複素対数座標において、複素対数座標変換された所定被写体候補76'の輪郭線のうち一定角度 α' および $-\alpha'$ 傾いた成分がf 2層において検出される。この一定角度 α' は、f 2層において抽出された放射方向の輪郭線が円環方向に対してなす角度であり、円環方向に対して右上がりや左上がりやを負としたものである。この一定角度 α' および $-\alpha'$ 傾いた成分がg 2層において方位ベクトル77として検出される。ここで、ポテンシャル場の傾斜ベクトルをより一層所定被写体候補76の輪郭線の交点Tに向き易くするため一定角度 α' の方位ベクトルに対しては $+\beta'$ の、一定角度 $-\alpha'$ の方位ベクトルに対しては $-\beta'$ の位相シフトを加えるとともに、重みを加え、実空間座標における方位ベクトル77'を得る。方位ベクトル77'が得られると、h 2層においてこれらの合成ベクトルが求められ、この合成ベクトルがポテンシャル場の傾斜ベクトル78となり、i 層において出力される。

【0069】以下、図10(b)、(c)および(d)に示す状態においても同様にポテンシャル場の傾斜ベクトル78が得られ、注目領域中心点Qと所定被写体候補76の輪郭線の交点Tが一致した状態においてポテンシャル場の傾斜ベクトルは0となる。

【0070】ここで、上述した一定角度 α' の値であるが、頂角の角度が小さく、しかも α' の値が小さい値のときは、 α' 点は2つ、 $-\alpha'$ 点も2つ存在する。ところが、 α' がある値より大きくなると α' 点は1つ（ $-\alpha'$ 点も1つ）しか存在しなくなるが α' が90度未満であれば、少なくとも1つの α' 点は存在する。 α' 点が2つ存在するような条件下では、単に注目領域中心点から α' 点に向かう方向ベクトルを合成したものが注目領域を頂角へと移動させるポテンシャル場の傾斜ベクトルであるが、問題となるのは α' 点が1つしか存在しないかまたは全く存在できない場合である。実験により、一

定角度 α' の値が小さいと被写体の頂角が大きくなる程 α' 点が存在しなくなってしまう。したがって、どのような大きさの頂角に対しても注目領域が頂角に向かって移動するためには、まず α' 点が存在しなければならない。そこで、一定角度 α' の値は、90度に近い値が好ましいといえる。

【0071】また、位相シフト β' の値であるが、図11に示すように注目領域中心点Qと頂角とが同一水平線上にあり、頂角は水平線を挟んで上下に対称に広がり、かつ α' 点が1つしか存在しないような場合には、方位ベクトル77の合成ベクトルであるポテンシャル場の傾斜ベクトル78は、頂角とは反対の方向を向いてしまう。このため図12に示すような位相シフト β' を加えて、ポテンシャル場の傾斜ベクトル78が頂角の方向を向くようにするには、少なくとも方位ベクトル77が注目領域中心点Qを通る垂線79の右側に達するまで位相シフト β' を加えてやればよい。この β' の値は、

$$\beta' > \alpha' - C/2$$

$$\text{かつ } 0 < \beta' < 90^\circ$$

（但しCは検出しようとしている頂角の値であり、 $0 < C < 360^\circ$ ）に設定される。

【0072】このようにして、適当な位相シフトと重み付けを加えることにより、所定被写体候補76の輪郭線がいかなる角度で交わっている場合にもその交点へと向かうポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めることができる。

【0073】以上のようにして求められたh 1層におけるポテンシャル場の傾斜ベクトルおよびh 2層におけるポテンシャル場の傾斜ベクトルはi 層により適切に合成されて出力される。以下、i 層の機能について説明する。

【0074】上述したh 1層において決定されるポテンシャル場の傾斜ベクトルおよびh 2層において決定されるポテンシャル場の傾斜ベクトルは、状況によりそれぞれ異なる場合がある。例えば、注目領域中心点が所定被写体の外側にある場合には、上述した2種類のポテンシャル場の傾斜ベクトルは同方向のベクトルとなるが、所定被写体のごく近傍や所定被写体の内部においては2種類のポテンシャル場の傾斜ベクトルは異なるものとなる。このため、h 1層およびh 2層で決定されるそれぞれのニューラルネットワークの出力をバランスよく利用すれば、目的とする所定被写体に応じたポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めることができる。例えば、所定被写体の部分的な特徴形状をとらえて、学習等に利用したい場合には、i 層においてh 2層のニューラルネットワークの出力を重視し、また、所定被写体の全体をとらえたい場合には、i 層においてh 1層のニューラルネットワークの出力を重視する等すればよい。

【0075】上述した所定被写体候補の輪郭線に基づく注目領域移動ベクトルの算出と並行して、所定被写体候

補の動きに基づく注目領域移動ベクトルの算出も行われる。

【0076】動画の場合には、背景に対して動いている物体が所定被写体候補となり得る可能性が高い。そこで、背景をキャンセルし、動いている物体のみを抽出して注目領域を移動させることにより的確に所定被写体候補の抽出を行うことができる。

【0077】以下、ニューラルネットワーク部3における物体の動きに基づく注目領域移動ベクトルの算出について説明する。

【0078】図13は、物体の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出の基本的概念を表すブロック図である。なお、本実施例にニューラルネットワークを用いて画像から所定被写体候補であるヨットの候補を抽出するものとする。

【0079】図13に示すように、本実施例はニューラルネットワークのステップAにおいて、画像上に注目領域の中心点位置を設定して画像から注目領域の範囲の画像を取り込み、次いでステップBにおいて画像の動き、すなわち画像の面内平行方向、面内回転方向および/または放射方向の動きを検出し、ステップCにおいて背景の動きをキャンセル（補償）する。さらに、ステップDにおいて、背景と異なる動きをしている物体、すなわち所定被写体候補を検出し、ステップEにおいてこの異なる動きをしている物体に向かうポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出するものである。

【0080】ここで、画像の動きについて説明する。画像の動きは、以下の3種類の動きに相当するものである。すなわち、

- (1) 視線に垂直な面内での画像面に平行な動き（眼球運動、または画像入力器（カメラ等）が視線方向と垂直に移動するような動作に相当）
 - (2) 注視点を中心に拡大または縮小する動き（画像入力器が視線方向に沿って外界に近づくまたは遠ざかる動作に相当）
 - (3) 視線を軸に右または左に回転する動き（画像入力器が視線方向を軸として回転する動作に相当）
- に相当するものである。逆に、どのような動きもこの3種類の動きに分類できるものである。

【0081】図14は、上述した画像の動きを検出するニューラルネットワークの一構成を表す図である。

【0082】このニューラルネットワークの入力は、所定の大きさの注目領域から入力される外界の画像である。また、出力は画像の移動方向を表す信号である。なお、上述した平行な動きは実空間においてスペースインバリエントであるため、動きの検出は実空間で行うのが好ましい。一方、拡大または縮小する動き、回転する動きについては、実空間ではスペースバリエントだが、複素対数座標空間に変換してやるとスペースインバリエントとして扱うことができるため、これらの動きの検出は

複素対数座標空間で行うのが好ましい。

【0083】次に、このニューラルネットワークの各層の機能について説明する。このニューラルネットワークは、画像の平行な動きを検出するニューラルネットワーク10と、拡大または縮小の動きおよび回転の動きを検出するニューラルネットワーク20とに分けられる。また、本実施例におけるニューラルネットワークの基本構造は階層型である。画像の平行な動きを検出するニューラルネットワーク10は、所定の大きさの注目領域を有し、この注目領域の大きさに画像を切り出してニューラルネットワークに入力するA1層、切り出した画像に時間遅れを加えるA2層、A1層において切り出された画像中に存在する被写体の輪郭線を検出するC1層、A2層における画像中に存在する被写体の輪郭線を検出するC2層、C1層において輪郭線が検出された画像とC2層において輪郭線が検出された画像との差分を求めるD1層、D1層において求められた差分から、所定方向の成分だけを抽出するE1、E2、E3、E4層およびE1、E2、E3、E4層において抽出された輪郭線の成分に基づいて、画像の動きを平行な動きの方位として出力するF1層とから構成されている。

【0084】一方、ニューラルネットワーク20は、所定の大きさの注目領域を有し、この注目領域の大きさに画像を切り出してニューラルネットワークに入力するA3層、切り出した画像に時間遅れを加えるA4層、A3層において切り出された画像を複素対数座標変換するB1層、A4層における画像を複素対数座標変換するB2層、B1層において複素対数座標変換された画像中に存在する被写体の輪郭線を検出するC3層、B2層において複素対数座標変換された画像中に存在する被写体の輪郭線を検出するC4層、C3層において輪郭線が検出された画像とC2層において輪郭線が検出された画像との差分を求めるD2層、D2層において求められた差分から、放射方向の成分だけを抽出するE5、E6層、D2層において求められた差分から円環方向の成分だけを抽出するE7、E8層、E5、E6層において抽出された輪郭線の成分に基づいて、画像の動きを拡大または縮小の動き、すなわち放射方向の方位として出力するF2層、E7、E8層において抽出された輪郭線の成分に基づいて、画像の動きを回転の動きの方位として出力するF3層とから構成されている。

【0085】なお、本実施例のニューラルネットワークにおいては、B層以降の各層間あるいは各層内のシナプス結合は、空間不変（スペースインバリエント）とした。これは、モデルシミュレーションや並列処理の実行容易性を考慮したためで、必ずしも空間不変である必要はない。しかし、空間不変としておくことで、各ニューロン層の出力は、シナプス結合マトリックスと前段のニューロン層マトリックスとのコンボリューション（シナプス結合パターンとのマッチング）演算結果を、非線形関

数に通したものに相当するので、ニューラルネットワークのシミュレーションを計算機上で行う場合、計算的な扱いが非常に楽になる。なお、本実施例のニューラルネットワークでは正のニューロン信号と、正と負のシナプス結合を使用する。すなわち、正の信号が正の結合を通じて伝達されると、正の興奮信号として伝達され、負の結合を通じて伝達されると負の興奮信号として伝達されるようなニューラルネットワークモデルであるが、ニューロン信号は正に限定されるものではなく、ニューロン信号として、正の興奮と負の興奮とがあり、シナプス結合にも正と負の結合があり、負の信号が負の結合を通じて伝達されると、正の興奮信号として伝達されるようなニューロンモデルを使用してもよいことはもちろんである。

【0086】まず、ニューラルネットワーク10の機能について説明する。最初に、A1層において、図15(a)に示す時刻 t における所定の大きさの注目領域の範囲の画像11Aが切り出される。一方、A2層において、図15(b)に示す時刻 $t + \alpha$ における所定の大きさの注目領域の範囲の画像11Bが切り出される。ここで時刻 $t + \alpha$ における画像11Bは、カメラ等の画像入力器の動きとは逆の画面に平行な動きが加わったものであり、画像11Bは画像11Aと比較して画像が下から上（画像入力器は上から下）に動いている。なお、図15(a)、(b)においては、各画像の白部は信号強度が大きく、黒部は信号強度が小さいことを表している。次いでC1層、C2層において、それぞれA1層、A2層において切り出された画像11A、11B中に存在する被写体の輪郭線が検出される。すなわち、図16に示すような輪郭線抽出シナプス結合12により画像11A、11Bが重み付けられた信号として伝達され、図17(a)、(b)の画像13A、13Bに示すような画像11A、11Bの輪郭線が検出される。

【0087】次いでD1層においてC1層で輪郭線が検出された画像13Aと、C2層で輪郭線が検出された画像13Bとの差分、すなわち（画像13A－画像13B）が行われ、図18に示す画像14が得られる。すなわち、D1層では、C1層におけるニューロン信号を正の重みで受け取り、C2層におけるニューロン信号をすべて負の重みで受けるようになっている。なお、図18における斜線部は、信号値が0であることを表している。さらに、E1、E2、E3、E4層において、画像面に平行な方向の動き検出シナプス結合により重み付けられた信号として伝達され、それぞれの方向を表す成分が抽出される。なお、ここでは簡単のため、図19に示す下から上成分抽出シナプス結合15と右から左成分抽出シナプス結合16とにより、下から上方向および右から左方向の動きの2成分のみを抽出するものとする。この下から上成分抽出シナプス結合15と右から左成分抽出シナプス結合16とにより画像14の重み付けられた信号として伝達された結果を、それぞれ図20(a)の画像17A、図20(b)の画像17B

に示す。E1、E2、E3、E4層において抽出された輪郭線の動き成分はF1層に入力される。次いでF1層からF1'、F1''層へかけてのニューラルネットワークによってどの方向の動きがあったかが検出され、画像面に平行な方向の動きの方位として出力される。すなわち、本実施例においては、図20(a)の画像17Aに示すように、下から上成分が最も信号強度が高くなることから、下から上の動きがあったことを示すニューロンからは大きな信号が出力され、右から左方向への動きがあったことを示すニューロンからは信号が出力されない。

【0088】次いで、ニューラルネットワーク20の機能について説明する。

【0089】まず、カメラ等の画像入力器が画像に接近しながら、画像の切り出しを行った場合について説明する。

【0090】まず、最初に、A3層において、図21(a)に示す時刻 t における所定の大きさの注目領域の範囲の画像21Aが切り出される。一方、A4層において、図21(b)に示す時刻 $t + \alpha$ における所定の大きさの注目領域の範囲の画像21Bが切り出される。ここで時刻 $t + \alpha$ における画像21Bは、カメラ等の画像入力器の接近する動きによって画像が拡大する動きが加わったものであり、画像21Bは画像21Aと比較して画像が拡大している。次いでB1層、B2層においてそれぞれA3層、A4層において切り出された画像21A、21Bの複素対数座標変換がなされ、図22(a)、(b)に示す画像22A、22Bを得る。

【0091】次いでC3層、C4層において、それぞれB1層、B2層において複素対数座標変換された画像22A、22B中に存在する被写体の輪郭線が検出される。すなわち、図16に示した輪郭線抽出シナプス結合12により画像22A、22Bは重み付けられた信号として伝達され、図23(a)、(b)の画像23A、23Bに示すような画像22A、22Bの輪郭線が検出される。

【0092】次いでD2層においてC3層で輪郭線が検出された画像23Aと、C4層で輪郭線が検出された画像23Bとの差分、すなわち（画像23A－画像23B）が行われ、図24に示す画像24が得られる。さらに、E5、E6層において、放射方向の動き検出シナプス結合により重み付けられた信号として伝達され、それぞれの方向を表す成分が抽出される。すなわち、図25に示す拡大方向成分抽出シナプス結合25と縮小方向成分抽出シナプス結合26とにより、拡大、縮小による画像の放射方向の動きの成分を抽出するものである。この拡大方向成分抽出シナプス結合25と縮小方向成分抽出シナプス結合26とにより画像24の重み付けられた信号として伝達された結果を、それぞれ図26(a)の画像27A、図26(b)の画像27Bに示す。E5、E6層において抽出された輪郭線の動き成分はF2層に入力される。次いでF2層からF2'層、F2''層にかけてのニューラルネットワークによってどの方向の動きがあったかが検出され、放射方向の動きの方

位として出力される。すなわち、本実施例においては、図26(a), (b)の画像27A, 27Bに示すように拡大方向成分の強度が高く縮小方向成分がほとんどないことから、拡大方向への動きがあったことを示すニューロンからは大きな信号が出力され、縮小方向への動きがあったことを示すニューロンからは信号が出力されない。

【0093】次いで画像入力器が、その注目領域の中心点のまわりに回転をしながら画像取り込みを行った場合について説明する。

【0094】まず、最初に、A3層において、図27(a)に示す時刻 t における所定の大きさの注目領域の範囲の画像31Aが切り出される。一方、A4層において、図27(b)に示す時刻 $t + \alpha$ における所定の大きさの注目領域の範囲の画像31Bが切り出される。ここで時刻 $t + \alpha$ における画像31Bは、カメラ等の画像入力器の回転する動きにより回転の動きが加わったものであり、画像31Bは画像31Aと比較して画像が注目領域の中心点のまわりを右回転している。次いでB1層、B2層においてそれぞれA3層、A4層において切り出された画像31A, 31Bの複素対数座標変換がなされ、図28(a), (b)に示す画像32A, 32Bを得る。次いでC3層、C4層において、それぞれB1層、B2層において複素対数座標変換された画像32A, 32B中に存在する被写体の輪郭線が検出される。すなわち、図16に示した輪郭線抽出シナプス結合12により画像32A, 32Bは重み付けられた信号として伝達され、図29(a), (b)の画像33A, 33Bに示すような画像32A, 32Bの輪郭線が検出される。

【0095】次いでD2層においてC3層で輪郭線が検出された画像33Aと、C4層で輪郭線が検出された画像33Bとの差分、すなわち(画像33A - 画像33B)が行われ、図30に示す画像34が得られる。さらに、画像34はE7, E8層において、回転方向の動き検出シナプス結合により重み付けられた信号として伝達され、それぞれの回転方向を表す成分が抽出される。すなわち、図31に示す右回転方向成分抽出シナプス結合35と左回転方向成分抽出シナプス結合36とにより、下から上方向および右から左方向の動きの2成分のみを抽出するものとする。この右回転方向成分抽出シナプス結合35と左回転方向成分抽出シナプス結合36とにより画像34の重み付けられた信号として伝達された結果を、それぞれ図32(a)の画像37A、図32(b)の画像37Bに示す。E7, E8層において抽出された輪郭線の動き成分はF3層に入力される。次いでF3層からF3'層、F3''層にかけてのニューラルネットワークによってどちらの回転方向の動き成分があったかが検出され、面内回転方向の動きの方位として出力される。すなわち、本実施例においては、図32(a), (b)の画像37A, 37Bに示すように右回転方向成分の強度が高く左回転方向成分がほとんどないことから、右回転の動きがあったことを示すニューロンからは大きな信号が出力され、左回転の動きがあったことを示すニ

ューロンからは信号が出力されない。

【0096】なお上述したF1層からF1'層、F2層からF2'層およびF3層からF3'層における差分輪郭線成分からの画像の動きの検出は、差分輪郭線の情報を、パーセプトロン型のニューラルネットワークに繰り返し入力し、同時に正しい判断を教師信号として与えて学習させることにより達成できる。そしてこれにより画像の動きの検出が可能なニューラルネットワークに成長させ、さまざまな画像からの差分輪郭線から、動きに関する正しい検出結果を出力として得ることができる。

【0097】以上のようにして求められた画像全体の動きから、ステップCにおいて、時間差 α をもつ2つの画像間に存在する画像全体、すなわち背景の動きの差成分をキャンセル(補償)することができる。すなわち、検出された画像の動きの方向と量とに応じて、検出された動きとは逆方向の動きを加えてやればよい。この背景の動きをキャンセルするためのフローチャートを図33に示す。例えば、図15(b), 図21(b), 図27(b)の画像11B, 21B, 31Bに示した画像に、それぞれの動きの検出結果である信号 S_1 , S_2 , S_3 を、この動きとは逆の方向に加えてやれば、いずれの画像からでも、画像全体すなわち背景の動きがキャンセルされた画像を得ることができる。

【0098】次いで、ステップDにおいて、ステップCにおいて画像全体すなわち背景の動きをキャンセルした時刻 $t + \alpha$ の画像と時刻 t における画像との差分がさらに求められる。これによって背景の動きとは異なる動きをしている物体のみが抽出される。すなわち、図34(a)に示すように、背景の動きがキャンセルされた時刻 t における画像から輪郭線成分を抽出した画像41A、図34(b)に示す背景の動きがキャンセルされた時刻 $t + \alpha$ における画像から輪郭線成分を抽出した画像41Bとの差分を求めれば、図35に示すような画像42を得ることができる。この画像42中に存在する物体すなわち、本実施例の画像中におけるヨットが、背景とは異なる動きをしている物体であり、この物体が所定被写体候補となる。

【0099】次いで、ステップEにおいて、この背景とは異なる動きをしている所定被写体候補に向かうポテンシャル場の傾斜ベクトルが算出される。図36はステップEにおける注目領域の移動を行うためのフローチャートを表す図である。ステップEにおいては、ステップDにおいて背景と異なる物体、すなわち所定被写体候補が複数ある場合に、最も所定被写体らしい所定被写体候補を絞り込み、次いでこの絞り込まれた所定被写体候補に向かうポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出するものである。図37は、所定被写体候補の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるためのニューラルネットワークの構成を表す図である。このニューラルネットワークの構成は図3に示したニューラルネットワークと同一であるため、対応する記号に「'」を付し、詳細な

説明は省略する。なお、このニューラルネットワークへの入力、図35に示す画像、すなわち背景とは異なる動きをしている物体（所定被写体候補）の輪郭線の画像である。また、出力は、注目領域に対しどちらの方向がより安定するかという方位、また、その場所において注目領域がどれくらい不安定かという不安定度すなわち、ポテンシャル場の傾斜ベクトルである。

【0100】このような所定被写体候補の輪郭線および動きに基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出と並行して、所定被写体候補の色に基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出も行われる。

【0101】図38は所定被写体候補の色に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワークの一構成を表わす図である。

【0102】このニューラルネットワークの入力は、本発明による輪郭線に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出する実施例と同様に、時刻 t における所定の大きさの注目領域から入力される外界の画像である。また、出力は、注目領域に対しどちらの方向がより安定するかという方位、また、その場所において注目領域がどれくらい不安定かという不安定度、すなわちポテンシャル場の傾斜ベクトルである。

【0103】本実施例におけるニューラルネットワークの基本構造は、動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出するニューラルネットワークおよび輪郭線に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出するニューラルネットワークと同様に階層型であるが、 e'' 層では相互結合もしているため複合型ともいえる。

【0104】次に、このニューラルネットワークの各層の機能について説明する。このニューラルネットワークは上述した所定被写体候補の動きに基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出および輪郭線に基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出の実施例と同様に、大きく3つのステップに分けられている。

【0105】画像上に注目領域中心点の位置を設定し、この画像から注目領域の範囲の画像を取り込むステップは、所定の大きさの注目領域を有しこの注目領域の大きさに画像を切り出してニューラルネットワークに入力する a'' 層、および入力された画像の複素対数座標変換（対数極座標変換）を行う b'' 層から構成される。

【0106】入力された画像から所定被写体候補を絞り込むステップは、所定被写体候補の色と略一致する領域のニューロンを検出し、各領域の所定被写体候補の色の一致度を検出する c'' 、 d'' 、 e'' 層、色の一致度が高く形状、大きさともに所定被写体により近い領域を選択する相互結合回路網層である f'' 層から構成される。

【0107】所定被写体候補と注目領域との位置ずれ検出と、注目領域移動量の算出を行うステップは、所定被写体候補の色と略一致する領域のニューロン群の領域の方位と距離の検出層である g'' 層、検出された方位と距

離とに基づいて、ポテンシャル場の傾斜ベクトルを出力する i'' 層から構成されている。なお、本実施例のニューラルネットワークにおいては、上述した実施例と同様に b'' 層以降の各層間あるいは各層内のシナプス結合は、空間不変（スペースインバリエント）とした。

【0108】まず、 a'' 層において、所定の大きさの注目領域の範囲の画像が切り出される。 a'' 層においては、注目領域の中心点ほどニューロンが高密度に存在する。 a'' 層において取り込まれた画像は b'' 層において、注目領域の中心点を極として複素対数座標変換される。この b'' 層において、画像を複素対数座標変換することで、 b'' 層以降の処理を空間不変なシナプス結合とのコンボリューションで実現できることになる。

【0109】図39に、図38に示すニューラルネットワークの b'' 層において様々な図形が複素対数座標変換された結果を示す。複素対数座標変換では、所定被写体候補が極すなわち注目領域中心点の近くに存在する場合には相対的に大きく、遠くに存在する場合には相対的に小さく変換される。 b'' 層のニューロンは変換された画像パターンの強度に対応して興奮する。

【0110】複素対数座標変換された画像に対応するニューロンの興奮パターンを現す c'' 層から d'' 層、 e'' 層にかけてのニューラルネットワークによって、所定被写体候補の色と略一致する領域が抽出され、この領域と所定被写体候補の色との一致度が検出され、一致度に応じて e'' 層のニューロンが興奮する。ここで所定被写体候補の色と略一致する領域のニューロンを抽出するようなシナプス結合は、あらかじめバックプロパゲーション法などによって学習されたものを使用する。

【0111】本実施例では、所定被写体候補色との一致度を検出するニューラルネットワークとして、3層構造のニューラルネットワークを使用した一例について詳細に説明する。

【0112】図55は本発明の実施例によるニューラルネットワークの図38における c'' 層、 d'' 層および e'' 層という部分だけを抽出し、より詳細に示した図である。

【0113】 c'' 層から e'' 層をこの部分だけのものとして見るとこれは、 c'' 層を入力層、 d'' 層を中間層、 e'' 層を出力層とする3層のニューラルネットワークにほかならない。

【0114】ここで c'' 層への入力信号は前段のニューロン層の各ニューロンからの色情報である。 c'' 層ではまず、前段のニューロン層からの色情報を光の3原色（赤、緑、青）に分解し、それぞれの色情報を各1個のニューロンが受け取りそれぞれの入力とする。したがって c'' 層では一画素につき3個のニューロンが割り当てられているのである。 c'' 層に入力された信号は、シナプス結合によって重み付けされて次段の d'' 層へと伝達される。なお c'' 層から d'' 層へのシナプス結合の重みを W_{ij} 、（ i は c'' 層のニューロン、 j は d'' 層のニュー

ーロン) で表す。

【0115】d''層は中間層と呼ばれるニューロン層で、一般に素子数は実行させる処理の複雑度に応じて適宜選択されるが、ここでは1画素につき5個のニューロンを割り当てるものとする。したがって一画素につき3個のニューロンから5個のニューロンへの信号伝達が15個のシナプス結合によって実行される。

【0116】続いて、d''層からe''層へと信号伝達が行なわれる。e''層は3層のニューラルネットワークの出力層に相当する。このニューラルネットワークは、所定被写体候補色との一致度を検出するものであり、ある1画素の所定被写体候補色との一致度は1個のニューロンの興奮度として表現できるので、1画素について1個のニューロンが割り当てられる。したがってd''層からe''層への信号伝達は1画素あたり5個のシナプス結合によって実行される。なおd''層からe''層へのシナプス結合の重みを W_{1ij} (iはd層のニューロン、jはe層のニューロン) で表す。

表 1

W_{1ij}	j = 1	2	3	4	5
j = 0	-5.974133e-01	-3.722984e+00	-3.099859e+00	-3.255182e+00	5.682278e-01
1	-1.301941e+01	-3.950971e+00	-6.120815e+01	-7.632671e+01	-2.353819e+01
2	2.101100e+01	-7.874559e+01	1.327136e+02	9.696937e+01	2.372384e+01
3	-8.922419e+00	8.247547e+01	-6.871834e+01	6.977902e+01	1.007091e+01

W_{2ij}	j = 1
j = 0	2.354928e+01
1	-3.542386e+00
2	-5.330564e+00
3	-3.500605e+00
4	-2.483954e+01
5	5.161126e+00

【0120】学習はバックプロパゲーション法と呼ばれる方法を用いて行なうことが可能である。まず、肌色を始めとする各種の色の3原色値を入力データとし、肌の度数分布から決めた色の一貫度を教師データとして、ニューラルネットワークに繰り返し呈示し、実際にニューラルネットワークが出力してきた値と教師データとの差に応じて、差が小さくなる方向に徐々にシナプス結合の重みを書き換えることで学習させ、最終的に与えられた入力に対し教師データどおりの値を出力するようにさせるのである。

【0121】この、ニューラルネットワークの出力に基

【0117】実際には上記の様なニューロンやシナプスの結合は画素の数だけ存在しており、このようなc''層からe''層へのニューラルネットワークの信号伝達を、各画素ごとに同時に並列に実行することが可能である。なおこのニューラルネットワークでは、実行する処理が各画素で同一であるため、各画素ごとのニューロンの特性はもちろんシナプス結合の重みも同一のものを使用する。

【0118】上記のような、所定被写体候補色との一致度を検出する動作を実行させるためのシナプス結合は、ニューラルネットワークの学習によって得ることが可能である。例として、人間の顔の肌色を所定被写体候補の色とし、ある母集団から抽出した肌色の度数分布が色の一致度に比例すると定義した場合の、シナプス重みの値を表1に示す。

【0119】

【表1】

づいて求められた肌色との一致度を図54に示した色度図に色の等高線として表す。ここで最も肌色に近い色の場合は、一致度は1.0となり、以下、肌色から離れるにつれて一致度は小さくなる。ここで、色の3原色値のデータを色度図上x、y座標として表す演算は以下の式によって行われる。

【0122】

$$x = (1.1302 + 1.6387r / (r+g+b) + 0.6215g / (r+g+b) / (6.7846 - 3.0157r / (r+g+b) - 0.3857g / (r+g+b)) \quad (6)$$

$$y = (0.0601 + 0.9399r / (r+g+b) + 4.5306g / (r+g+b) / (6.7846 - 3.0157r / (r+g+b) - 0.3857g / (r+g+b)) \quad (7)$$

但し、r：赤の色値

g：緑の色値

b：青の色値

このようにして学習されたシナプス結合の重みを用いて、c''層からe''層のニューラルネットワークで、所定被写体候補の色と抽出された領域との一致度を検出し、一致度をe''層のニューロンの興奮として出力することができる。

【0123】さらに続くf''層は、所定被写体候補と色の一致度が高く、しかも形状・大きさともに所定被写体候補として最も適当である領域が選択されるような競合協調のともに所定被写体候補として最も適当である領域が選択されるような競合協調の局所相互重み結合を有する相互結合層である。f''層内で各ニューロンは図42のシナプス結合パターン80に示すように、自分の近くのニューロンとは正の重みで、少し離れたニューロンとは負の重みでシナプス結合されている。このような内部相互結合によって興奮信号がやりとりされた結果、f層ではd層で興奮している所定被写体候補の色との一致度が高いニューロンからの信号を受けたニューロンのうち、所定の形状・大きさを持ち、しかも高い興奮強度すなわち、色の一致度を有するニューロン群の領域が選択され発火し、孤立した領域や色の一致度の低い領域のニューロンは発火しない。すなわち、図56に示すe層において抽出された領域81、82、83のうち、領域81の肌色との一致度が前述した色度図において1.0、領域82の一致度が0.9、領域83の一致度が0.2であったとすると、領域83は、領域81および領域82と比べて、肌色との一致度が小さいため、領域81および領域82と領域83とが競合した際に抑制されて消えてしまう。一方、領域81と領域82とは、肌色との一致度は領域81の方が大きいので、領域81と領域82とが競合することにより、領域82は消えてしまう。また、領域81は肌色との一致度が大きいので、領域81内のニューロン同士が協調し合い、より領域81におけるニューロンの興奮状態は大きくなる。このため、e''層において競合協調がなされた結果、領域81のみが選択されることとなる。

【0124】またここで、e層における領域81、82、83の肌色との一致度が全て同じであった場合は、シナプス結合80の形状・大きさに最も適合する領域が選択される。例えば、シナプス結合80の正の重みの部分の形状と大きさが、領域81の形状と大きさと略一致しているような場合は、領域82、83は協調競合の結果、消去されてしまい、領域81のみが選択されることとなる。

【0125】さらに、e''層における領域81、82、83の肌色との一致度が全て同じであり、かつ各領域の形状と大きさが略一致しているような場合には、e''層のニューロンに対して図56に示すような重みを加えておく。すなわち、注目領域の半径の30~40%程度の領域のニューロンからの結合重みが最も大きくなるような重みWを加

えておく。このような重みを加えることによって、図56に示すような位置にある領域81、82、83のうち、重みの最も大きい部分の近傍に存在する領域81のみが選択されるのである。

【0126】次に、以上のようにして選択された所定被写体候補の色と一致度が高いニューロン群の発火領域の成分からのポテンシャル場の傾斜ベクトルの求め方について説明する。

【0127】図41は本発明の実施例によるニューラルネットワークの図38におけるf''層、g''層およびi''層の部分の抽出し、より詳細に示した図である。

【0128】図41に示すように、各層間はシナプス結合によって結合されている。f''層は、ニューロンが2次元状に整列した構造になっている。f''層内で興奮しているニューロンの分布は、f''層内のシナプス相互結合によって選択された、所定被写体候補の色との一致度が高く、しかも形状、大きさともに所定被写体として最も適当である領域の成分に相当している。

【0129】f''層から、方位ベクトルを検出するために、g''層へと興奮信号が伝達される。g''層は1次元に配列されたニューロン層で、f''層の同一方位にあるニューロン群からの信号を受けるようにシナプス結合によって結合されている。この結果、ニューロン群85の方位と距離に対応する、g''層のニューロン86が興奮する。このニューロン86の方位と興奮の強さが方位と距離を表すものである。

【0130】次に、このようにしてg''層において求められた方位と距離はi''層において合成されてポテンシャル場の傾斜ベクトルが決定される。このポテンシャル場の傾斜ベクトルの合成は極座標上で行っても実空間座標上で行ってもかまわないものであり、図41では実空間座標上で合成した場合を示す。ニューロン86からの興奮は、逆複素対数座標変換されながらi''層に伝達される。i''層では各方位ベクトルの重心が求められ、これが合成されたポテンシャル場の傾斜ベクトルとして出力される。

【0131】ここで、前述した協調競合を行わないニューラルネットワークにより注目領域移動ベクトルを求める場合、複数のベクトルが検出されることがある。この際、e''層のニューロンに対して前述した図56に示すような重み、すなわち、注目領域中心点からの距離に応じた重みを加えるようにして、1つの注目領域移動ベクトルを選択すればよい。

【0132】また、協調競合を行っても複数の注目領域移動ベクトルが検出された場合も、e''層のニューロンに図56に示すような重みを加えるようにして、1つのベクトルのみを選択すればよい。これにより、複数のベクトルが検出されても、最も適切な所定被写体候補に向かう注目領域移動ベクトルを検出でき、また1つの注目領域移動ベクトルしか検出できなかった場合も、注目領域

と所定被写体候補との距離が大きければ、注目領域移動ベクトルの大きさは小さくなる。

【0133】以下、上述した色に基づく方法により、注目領域が所定被写体候補の位置に近づくにつれて変化するポテンシャル場の傾斜ベクトルが求められる状態について説明する。

【0134】図42、43および44は注目領域の中心点と所定被写体候補とが、様々な距離にある場合のポテンシャル場の傾斜ベクトルの求められる状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した図である。

【0135】まず、図42に示すように、所定被写体候補71が注目領域中心点Qを含まない場合、所定被写体候補71は1つのかたまりとして複素対数座標変換され、図42の複素対数座標において、所定被写体候補の色と略一致する領域として検出される。さらに、競合協調の相互結合回路網である f'' 層において所定被写体候補71'を絞り込むと、局所的に所定被写体候補の色との一致度が高く、しかも適当な大きさを有する被写体候補領域のみが唯一または複数選択される（本実施例においては1つ）。次いで、選択された領域の方位と距離とから、ポテンシャル場の傾斜ベクトル75が検出され出力される。このポテンシャル場の傾斜ベクトル75は、所定被写体候補71に向いている。

【0136】次に、図43に示すように、所定被写体候補71と注目領域中心点Qとが、ある程度近づいて、注目領域71内に所定被写体候補71が入っている場合、複素対数変換された所定被写体候補71'は、全ての方位に広がる、所定被写体候補の色との一致度が高い領域として検出される。この状況で、競合協調の相互結合回路網によって所定被写体候補71'を絞り込むと、全方位に広がった同一候補の領域同士が抑制し合い、結果として、所定被写体候補71'の外縁と注目領域中心点Qとの距離が最大となっている方位のニューロン群だけが興奮でき、このニューロン群を含む領域87が検出される。次いで、その検出された領域87の方位と興奮強度から方位と距離が検出され、ポテンシャル場の傾斜ベクトル75が出力される。このポテンシャル場の傾斜ベクトル75は、所定被写体候補71の中心に向いている。

【0137】最後に、図44に示すように、所定被写体候補71が注目領域中心点Qとほぼ同じ場所にまで近づいている場合、複素対数変換された所定被写体候補71'は、全ての方位に均等に広がる、所定被写体候補の色と略一致する領域として検出される。この状況で、競合協調の相互結合回路網によって所定被写体候補71を絞り込むと、全方位に均等に広がった同一候補の領域同士が競合し合い抑制し合うので、結果として、どの方位の領域も興奮できない。したがって、次いで検出される方位と距離は全て0になる。さらに同様に、ポテンシャル場の傾斜ベクトルも長さ0になる。

【0138】次いで上述した所定被写体候補の動きに基

づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワーク、所定被写体候補の輪郭線の傾きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワークおよび所定被写体候補の色に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワークの3つのニューラルネットワークにより求められた3種類のポテンシャル場の傾斜ベクトルは、求めるべき所定被写体候補に合わせて適切に合成され、最終的なポテンシャル場の傾斜ベクトルが求められる。

10 【0139】上述したポテンシャル場の傾斜ベクトルを与えられた画像全体について求めて、各ポテンシャル場の傾斜ベクトルを画像に記録することによってポテンシャル場のマップを得ることができる。

【0140】ポテンシャル場は、前述したように人間の目の視点安定点の場であり、これを、前述した所定被写体候補の抽出のためのニューラルネットワークで考えると、ポテンシャル場は注目領域中心点の安定点の場とみなすことができる。すなわち、注目領域中心点の安定点である所定被写体候補の中心においてはポテンシャル場は平坦であり、注目領域の移動が必要な不安定点においては、ポテンシャル場は傾いているとみなすことができる。この場合、ポテンシャル場の傾きを表現しているものは、前述した抽出のニューラルネットワークで求められたポテンシャル場の傾斜ベクトルの方向である。このため、与えられた画像の全面を前述したニューラルネットワークの注目領域で走査しながら、画像上の各地点でのポテンシャル場の傾斜ベクトルを画像に記録していくことで、画像のポテンシャル場のマップを作成することができる。

30 【0141】図45は、上述のようにして求めたポテンシャル場の傾斜ベクトルを、画像に記録することにより作成したポテンシャル場のマップを表す図である。

【0142】画像104には楕円105、三角形106および四角形107が映し込まれている。この画像104全体のポテンシャル場の傾斜ベクトルを、前述したニューラルネットワークにより算出し、このポテンシャル場の傾斜ベクトルが求められた位置と対応する画像104の各位置において画像104に記録すると、ポテンシャル場のマップが得られる。図45において、ポテンシャル場の傾斜ベクトルは、楕円105、三角形106および四角形107それぞれの中心点 P_1 、 P_2 および P_3 へと向っている。このポテンシャル場の傾斜ベクトルの方向をポテンシャル場の傾きとみなせば、ポテンシャル場のマップは、楕円105、三角形106および四角形107それぞれの中心点 P_1 、 P_2 および P_3 において極小点となる。

40 【0143】図46にポテンシャル場の傾きを表わすグラフを示す。図46は、図45における画像104を注目領域73で走査し、注目領域73の中心点Nのポテンシャル場の傾斜ベクトル75が四角形107の中心点 P_3 に向っている様子を示している。

【 0 1 4 4 】図46の上半分のグラフ108 は前述のようにしてポテンシャル場の傾きを求め、画像104 のI-I 線でポテンシャル場の断面をとりポテンシャル場の2次元グラフとして表わしたものである。

【 0 1 4 5 】グラフ108 には3つの極小点 P_1' 、 P_2' および P_3' があり、それぞれが画像104 における楕円105 の中心点 P_1 、三角形106 の中心点 P_2 および四角形107 の中心点 P_3 と対応している。また、グラフ108 の点 N' は画像104 の注目領域73の中心点 N と対応している。このように画像104 全体のポテンシャル場の傾きを求めてポテンシャルマップを作成すれば、画像上のいかなる地点に注目領域が設定された場合にも、最短距離を通して場の極小点、すなわち所定被写体候補の中心点に注目領域を移動することができ、この極小点を基準として所定被写体候補の大きさおよび/または形状に応じてこの所定被写体候補を抽出してやれば、極めて効率的な所定被写体候補の抽出を行うことが可能である。この所定被写体候補の抽出の後、ポテンシャルマップにおける抽出された所定被写体候補の領域にマスキングを施すことによって一度抽出された所定被写体候補の再抽出を防止することができる。このマスキングは、例えばポテンシャル場のマップとマスキングのフレームとを重ねておき、マップにおける所定被写体候補を抽出した部分と対応するマスキングのフレームの領域の画像信号の値を0もしくは1とすることによってポテンシャル場のマップのマスキングがなされ、一度抽出した所定被写体候補の再抽出防止が可能となる。

【 0 1 4 6 】次に、本発明による被写体抽出方法の第2実施例について説明する。

【 0 1 4 7 】本発明による被写体抽出方法の第2実施例は、所定被写体候補の動きに基づいて、ポテンシャル場の傾斜ベクトルを求める実施例においては、抽出された背景とは異なる動きをする所定被写体候補の輪郭線を、所定被写体候補の輪郭線の傾きおよび所定被写体候補の色に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求める本実施例においては、時刻 t における所定の大きさの注目領域の範囲で切り出した画像を複素対数座標変換しないで実空間座標状のニューロン配列をしたニューラルネットワークを用いてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるものである。

【 0 1 4 8 】図47は本発明の第1ステップの第2実施例による所定被写体候補の中心に注目領域中心点を移動させることによって所定被写体候補の抽出を行うニューラルネットワークの1例を表わす図である。まず、所定被写体候補の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求める実施例において求められた、背景とは異なる動きをする所定被写体候補の輪郭線および所定被写体候補の輪郭線に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるために、注目領域の範囲の画像を入力するニューラルネットワークについて説明する。本発明の第2実施

例のニューラルネットワークは、与えられた画像110 から所定の大きさの注目領域の範囲に画像を切り出す(所定被写体候補の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求める場合は、図26に示すような背景とは異なる動きをする所定被写体候補の輪郭線の画像42)入力層120、切り出した画像(または入力された画像)から所定被写体候補の円弧状の輪郭線を検出する輪郭線検出層121、切り出した画像から所定被写体候補の放射状の輪郭線を検出する輪郭線検出層121'、放射状の輪郭線の端点を検出する端点検出層122、連続する円弧状の輪郭線を選択する相互結合層123、連続する放射状の輪郭線を選択する相互結合層123'、選択された円弧状の輪郭線から注目領域中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた輪郭線の成分を全て抽出する傾き成分抽出層124、選択された放射状の輪郭線から注目領域中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた輪郭線の成分を全て抽出する傾き成分抽出層124'、抽出された円弧状の輪郭線の傾き成分から所定被写体候補の注目領域中心点を囲む同心円の円周方向に対する方位ベクトルである方位と強度とを検出する方位ベクトル検出層125、抽出された放射状の輪郭線の傾き成分から所定被写体候補の注目領域中心点を囲む同心円の円周方向に対する方位ベクトルである方位と強度とを検出する方位ベクトル検出層125'、抽出された円弧状の輪郭線の成分の方位と強度とから方位ベクトルを合成する方位ベクトル合成層126、抽出された放射状の輪郭線の成分の方位と強度とから方位ベクトルを合成する方位ベクトル合成層126' および合成された各方位ベクトルからポテンシャル場の傾斜ベクトルを決定するポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層127 のニューロン層からなる。すなわち入力層120 は図28または図33における複素対数座標でポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワークの a 、 a' 層と、輪郭線検出層121、121' は c_1 、 c_1' 層、 c_2 、 c_2' 層と、端点検出層122 は d 、 d' 層と、相互結合層123、123' は e_1 、 e_1' 層、 e_2 、 e_2' 層と、傾き成分抽出層124、124' は f_1 、 f_1' 層、 f_2 、 f_2' 層と、方位ベクトル検出層125、125' は g_1 、 g_1' 層、 g_2 、 g_2' 層と、方位ベクトル合成層126、126' は h_1 、 h_1' 層、 h_2 、 h_2' 層と、そしてポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層127 は i 、 i' 層とそれぞれ対応している。

【 0 1 4 9 】まず入力層120 において、所定の大きさの注目領域の範囲の画像が切り出されて外界から取り込まれる(または、図35に示す画像42が入力される)。入力層120 において取り込まれた画像は輪郭線検出層121、121' において円弧状および放射状の輪郭線が検出される。円弧状および放射状の輪郭線が検出されると、次いで端点検出層122 においては、放射状の輪郭線が検出された輪郭線検出層122' の画像から、ある所定被写体候補が手前に存在する別の物体に遮ぎられた場合にその境

界で発生する放射状の輪郭線の端点を抽出する。次いで相互結合層123、123'において連続する円弧状および放射状の輪郭線が選択される。次に傾き成分抽出層124、124'において、選択された輪郭線から注目領域中心点を囲む同心円の円周方向に対して所定角度傾いた輪郭線の成分が全て抽出される。

【0150】ここで、相互結合層123 から傾き成分抽出層124 へのシナプス結合の重みは傾き成分抽出層124aおよび124bにおいてそれぞれ図48(a) および(b) に示ようになっており、図48(a) の輪郭線検出シナプス結合130 は注目領域中心点を取り囲む同心円群の円周方向に対して右上りに、図48(b) の輪郭線検出シナプス結合131 は左上りにそれぞれ一定角度 α 、 $-\alpha$ 傾いており、かつそのシナプス結合のサイズは、注目領域中心点に近いほど結合範囲が狭くなるようなシナプス結合群130、131 となっている。そして、このシナプス結合群により、所定被写体候補の円弧状の輪郭線が注目領域の中心点を中心とする円周に沿った方向に対して所定の角度傾いた部分を検出するものである。例えば図49に示すような位置に円形の所定被写体候補132 が存在する場合には、相互結合層123 で選択された所定被写体候補の輪郭線132 のうち、右上りの傾き成分がシナプス結合群130 の中のシナプス結合130aにより検出され、左上りの傾き成分がシナプス結合群131 の中のシナプス結合131aにより検出される。このようにして検出された各傾き成分の方位と強度のうち右上りの傾き成分の方位と強度が方位ベクトル検出層125aにおいて、左上りの傾き成分の方位と強度が方位ベクトル検出層125bにおいてそれぞれ検出される。次いで方位ベクトル合成層126 において、方位ベクトル検出層125a、125bにおいて検出された方位と強度とから方位ベクトルが合成される。このようにして合成された方位ベクトルはポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層127 へと伝達され、ポテンシャル場の傾斜ベクトルとして出力される。

【0151】一方、相互結合層123' から傾き成分抽出層124' へのシナプス結合の重みは傾き成分抽出層124a' および124b' についてそれぞれ図50(a) および(b) に示ようになっており、図50(a) の輪郭線検出シナプス結合130' は注目領域中心点を取り囲む同心円群の円周方向に対して左上りに、図50(b) の輪郭線検出シナプス結合121' は右上りにそれぞれ一定角度 α' 、 $-\alpha'$ 傾いておりかつそのシナプス結合のサイズは、注目領域中心点に近いほど結合範囲が狭くなるようなシナプス結合群130'、131' となっている。そして、このシナプス結合群により、所定被写体候補の放射状の輪郭線が注目領域の中心点を中心とする円周に沿った方向に対して所定の角度傾いた部分を検出するものである。例えば図51に示すような位置に所定被写体候補132' の輪郭線の交点が存在する場合には、相互結合層123' で選択された所定被写体候補の輪郭線132' のうち、左上がり

の傾き成分がシナプス結合群130' の中のシナプス結合130a' により検出され、右上がりの傾き成分がシナプス結合群131' の中のシナプス結合131a' により検出される。このようにして検出された各傾き成分の方位と強度のうち左上がりの傾き成分の方位と強度が方位ベクトル検出層125a' において、右上がりの傾き成分の方位と強度が方位ベクトル検出層125b' においてそれぞれ検出される。次いで方位ベクトル合成層126' において、方位ベクトル検出層125a'、125b' において検出された方位と強度とから方位ベクトルが合成される。このようにして合成された方位ベクトルはポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層127 へと伝達され、ポテンシャル場の傾斜ベクトルとして出力される。

【0152】このようにして方位ベクトル合成層126、126' において合成されたポテンシャル場の傾斜ベクトルは注目領域中心点が置かれた状況によりそれぞれ異なるものであるが、前述した本発明による第1実施例と同様に、ポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層127 において2種類のポテンシャル場の傾斜ベクトルの出力をバランス良く利用することにより、いかなる状況においても所定の位置に注目領域を移動することが可能となる。

【0153】また、動きに基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルおよび輪郭線の傾きに基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出と並行して、所定被写体候補の色に基づくポテンシャル場の傾斜ベクトルの算出も行われる。

【0154】図52は本発明の実施例による所定被写体候補の中心に注目領域中心点を移動させることによって所定被写体候補の抽出を行うニューラルネットワークの1例を表わす図である。図52に示すニューラルネットワークは、与えられた画像140 から所定の大きさの注目領域の範囲に画像を切り出す入力層150、切り出した画像から所定被写体候補の色と略一致する領域のニューロンを抽出し、この領域と所定被写体候補の色との一致度を検出するニューラルネットワーク層151、152、153、所定の大きさと強度をもつ色領域を選択する相互結合層154、選択された色領域の方位と強度とを検出する方位ベクトル検出層155、その方位ベクトルを合成して、注目領域の移動ベクトルが出力するポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層156 のニューロン層からなる。

【0155】すなわち入力層150 は図38における複素対数座標でポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワークのa''層と、ニューラルネットワーク層151、152、153 はc''、d''、e''層と、相互結合層154 はf''層と、方位ベクトル検出層155 はg''層と、ポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層156 はi''層とそれぞれ対応している。

【0156】まず入力層150 において、所定の大きさの注目領域の範囲の画像が切り出されて外界から取り込まれる。入力層150 において取り込まれた画像は、所定被

写体候補の色と略一致する色の領域のニューラルネットワーク層151において、所定被写体候補の色と略一致する色の領域が抽出され、この領域と所定被写体候補との色の一致度が検出される。所定被写体候補の色との一致度が検出されると、次いで相互結合層154において所定被写体候補の色との一致度が高い領域のニューロン群が選択される。次に選択された所定被写体候補の色と略一致する色の領域のうち、形状、大きさともに所定被写体候補として最も適当であるとして選択された領域のニューロン群の成分が抽出される。

【0157】ここで、相互結合層154の内部の、所定の大きさと強度をもつ色領域を選択する相互結合のシナプス結合の重みは、図53に示すようになっており、図53の所定被写体候補と色の一致度が高いニューロン群検出シナプス結合160は、注目領域中心点に近いほど結合範囲が狭くなるようなシナプス結合群160となっている。そして、このシナプス結合群により、所定被写体候補と色の一致度が高いニューロン群を検出するものである。次いで、方位ベクトル検出層155において検出された方位と距離はポテンシャル場の傾斜ベクトル出力層157へと伝達され、ポテンシャル場の傾斜ベクトルとして出力される。

【0158】次いで上述した所定被写体候補の輪郭線に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワーク、所定被写体候補の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワークおよび所定被写体候補の色に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるニューラルネットワークの3つのニューラルネットワークにより求められた3種類のポテンシャル場の傾斜ベクトルは、求めるべき所定被写体候補に合わせて適切に合成され、最終的なポテンシャル場の傾斜ベクトルが求められる。

【0159】上述したように、画像全体についてのポテンシャル場の傾斜ベクトルが出力されて、図45、46と同様のポテンシャル場のマップが作成され、本発明の第1実施例と同様に所定被写体候補を正規化して切り出して判定部に送り、この所定被写体候補が所定被写体であるか否かの判定がなされる。

【0160】また、所定被写体候補を抽出した後に、本発明の第1実施例と同様にマスキングを施して、一度抽出した所定被写体候補は再度抽出することのないようにしてもよい。

【0161】なお、上述した本発明による第1および第2実施例においては、所定被写体候補を抽出した後に、この所定被写体候補が所定被写体であるか否かを判定するようにしているが、所定被写体候補の抽出後にこの所定被写体候補を所定被写体として、ニューラルネットワークの学習に用いるようにしてもよい。本発明によって抽出した所定被写体候補は正規化されており、また所定被写体である可能性も高いため、効率良くニューラルネ

ットワークの学習を行うことができる。

【0162】また、上述した本発明による第1および第2実施例においては、ニューラルネットワークを用いてポテンシャル場の傾斜ベクトルを決定しているが、とくにニューラルネットワークを用いる必要はなく、いかなる手法を用いてもよいことはもちろんである。

【0163】また、本発明による被写体抽出方法は、いかなる所定被写体の抽出にも用いることができる。この場合、ポテンシャル場の傾斜ベクトルの決定にニューラルネットワークを用いて、所定の被写体に適した構成をとれば、効率的に抽出を行うことができる。

【0164】また、上記実施例においては、画像からの注目領域の範囲の画像の切り出しからポテンシャル場の傾斜ベクトル決定までのステップにニューラルネットワークを用いているが、とくにポテンシャル場の傾斜ベクトル決定までのステップに用いる必要はなく、被写体抽出の少なくとも1つのステップに用いればよい。また、ポテンシャル場のマップの作成、所定被写体の切り出しをニューラルネットワークを用いて行うようにしてもよいことはもちろんである。

【0165】また、上述した本発明による実施例においては、ニューラルネットワークを用いて所定被写体候補の抽出を行っているが、とくにニューラルネットワークを用いる必要はなく、いかなる手法を用いてもよいことはもちろんである。

【0166】また、上述した所定被写体候補の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求める実施例においては、画像の上下左右方向の動きを検出する際には実空間座標上で、放射方向と面内回転方向の動きを検出する際には、画像を複素対数座標変換してから検出を行っているが、画像の動きを検出する際には、とくに複素対数座標変換する必要はなく、実空間座標上で行ってもかまわないものである。また、画像の上下左右方向の動きを検出する際に、複素対数座標変換して検出を行うようにしてもよい。また、上述した所定被写体候補の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求める実施例においては、画像の上下左右方向、面内回転方向および放射方向の3種の動きを検出するようにしているが、とくに画像の動きが一定の場合（例えば上下左右方向の動きのみ）は、1種の動き（例えば上下左右方向のみ）を検出するようにしてもよい。

【0167】また、上記実施例においては、本発明の被写体抽出方法を人の顔またはヨットの抽出のために用いているが、抽出はこれらに限定されるものではなく、いかなる所定被写体の抽出にも用いることができる。この場合、抽出にニューラルネットワークを用いて、抽出を行う被写体に適した構成で学習を行えば、人の顔またはヨットの抽出と同じように効率的に抽出を行うことができる。

【0168】さらに、上述した実施例においては、所定

被写体候補の動き、輪郭線および色の 3 種類の特徴に基づいて求められた 3 種類のポテンシャル場の傾斜ベクトルを合成して最終的なポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるようにしているが、とくにこれには限定されず、所定被写体候補の輪郭線と色とから、所定被写体候補の輪郭線と動きとから、または所定被写体候補の動きと色とからポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるようにしてもよい。さらに、所定被写体候補の動き、輪郭線、色のうち任意の 1 つのみに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるようにしてもよい。

【0169】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明による被写体抽出方法は、画像から効率良く所定被写体候補を抽出することができるため、判別や学習等の抽出の次のステップへの負担が著しく軽減され、本発明を用いたシステムの能力を向上させることが可能となる。

【0170】また、本発明による被写体抽出方法は、注目領域の向かう方向を 2 種類設定し、それぞれの方向を独立に検出することができる。このため、それぞれの方向に注目領域を移動させるニューラルネットワークの出力をバランスよく利用することにより、判別、学習等の目的に応じた自由度の高い被写体の抽出が可能となる。

【0171】さらに、上述したように画像全体のポテンシャル場の傾きを求めてポテンシャルマップを作成すれば、ただちに場の極小点、すなわち所定被写体候補の中心点を求めることができ、この極小点を基準として所定被写体候補の大きさおよび／または形状に応じてこの所定被写体候補を抽出してやれば、極めて効率的な所定被写体候補の抽出を行うことが可能である。

【0172】さらに、本発明による被写体抽出方法は、同一画像中に複数の所定被写体候補が存在する場合でも、一度抽出した所定被写体候補を再度抽出してしまうことを防止することができるため、画像から高精度に所定被写体候補を抽出することができ、効率良く所定被写体候補を抽出することが可能となる。

【0173】さらに、ニューラルネットワークを用いて再抽出防止処理を行えば、本発明を用いたシステムの能力を向上させることが可能となる。

【0174】また、本発明による被写体抽出方法は、所定被写体候補という注目領域内の限定された領域のみを、抽出のための演算対象とすることができるため、画像サイズがいかに大きくなろうとも演算規模の巨大化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による被写体抽出方法のフローチャートを表す図

【図 2】人間の視点が図形のどの部分において安定するかを説明するための図

【図 3】本発明の所定被写体候補の輪郭線に基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを算出する実施例による所

定被写体候補の抽出を行うニューラルネットワークの一例を表す図

【図 4】様々な図形が複素対数座標変換された結果を示す図

【図 5】円環方向の輪郭線から円環方向に対してある一定角度傾いた成分が抽出される状態を表わす図

【図 6】放射方向の輪郭線から円環方向に対してある一定角度傾いた成分が抽出される状態を表わす図

【図 7】本発明の第 1 実施例によるニューラルネットワークの図 3 における e 1 層、f 1 層、g 1 層、h 1 層および i 1 層部分を抽出した図

【図 8】ニューロンの出力に加える重み付けを表わす図

【図 9】注目領域が所定被写体候補の中心点へ移動する状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した図

【図 10】注目領域が所定被写体候補の輪郭線の交点へ移動する状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した図

【図 11】注目領域の中心点が所定被写体候補の内側から輪郭線の交線に向かう場合の注目領域の移動方向の決定方法を表わす図

【図 12】位相シフトを加えることによって注目領域の移動方向を決定する方法を表わす図

【図 13】本発明による被写体抽出方法の第 1 のステップである所定被写体候補の抽出を行う実施例の基本的概念を示すブロック図

【図 14】本発明による被写体抽出方法の第 1 のステップである所定被写体候補の動きに基づいて所定被写体候補の抽出を行うニューラルネットワークにおける画像の背景の動きを検出する部分を表わす図

【図 15】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を表す図

【図 16】輪郭線抽出シナプス結合を表す図

【図 17】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像の輪郭線を表す図

【図 18】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像の輪郭線の差分を表す図

【図 19】下から上方向への動き成分抽出シナプス結合と右から左への動き成分抽出シナプス結合を表す図

【図 20】輪郭線の平行方向の動き成分が抽出された画像を表す図

【図 21】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を表す図

【図 22】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を複素対数座標変換した画像を表す図

【図 23】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を複素対数座標変換した画像の輪郭線を表す図

【図 24】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を複素対数座標変換した画像の輪郭線の差分を表す図

【図 25】拡大方向成分抽出シナプス結合と縮小方向成

分抽出シナプス結合を表す図

【図26】輪郭線の放射方向の動き成分が抽出された画像を表す図

【図27】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を表す図

【図28】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を複素対数座標変換した画像を表す図

【図29】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を複素対数座標変換した画像の輪郭線を表す図

【図30】時刻 t および時刻 $t + \alpha$ における画像を複素対数座標変換した画像の輪郭線の差分を表す図 10

【図31】右回転方向成分抽出シナプス結合と左回転方向成分抽出シナプス結合を表す図

【図32】輪郭線の回転方向の動き成分が抽出された画像を表す図

【図33】画像の背景の動きをキャンセルするためのフローチャートを表す図

【図34】背景の動きがキャンセルされた時刻 t と時刻 $t + \alpha$ における画像を表す図

【図35】背景の動きがキャンセルされた画像を表す図 20

【図36】所定被写体候補の抽出の基本的概念を表す図

【図37】所定被写体候補の動きに基づいてポテンシャル場の傾斜ベクトルを求めるためのニューラルネットワークの一構成を表す図

【図38】本発明の実施例による所定被写体候補の色に基づいて所定被写体候補の抽出を行うニューラルネットワークの一例を表す図

【図39】様々な図形が複素対数座標変換された結果を示す図

【図40】色の一致度の高い領域が選択されるような競合協調の局所相互重み結合を表す図 30

【図41】本発明の第1実施例によるニューラルネットワークの図38における e 層、 g 層および i 層部分を抽出した図

【図42】注目領域が所定被写体候補の中心点へ移動する状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した第1の図

【図43】注目領域が所定被写体候補の中心点へ移動する状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した第2の図

【図44】注目領域が所定被写体候補の中心点へ移動する状態を複素対数座標と実空間座標とを対応させて表した第3の図

【図45】楕円、三角形、および四角形が映し込まれた画像のポテンシャル場のマップを表す図

【図46】ポテンシャル場の傾きを表す図

【図47】本発明の第1ステップの第2実施例による注目領域中心点を所定被写体候補の中心へ移動させることによって所定被写体候補の抽出を行うニューラルネットワークの1例を表す図

【図48】本発明の第1ステップの第2実施例によるニューラルネットワークの各層のシナプス結合の重みを表す図

【図49】本発明の第1ステップの第2実施例により、注目領域中心点と所定被写体候補の偏心度が検出される状態を表す図

【図50】本発明の第1ステップの第2実施例による注目領域中心点を所定被写体候補の輪郭線の交線へ移動させるニューラルネットワークの各層のシナプス結合の重みを表す図

【図51】本発明の第1ステップの第2実施例の注目領域中心点を所定被写体候補の輪郭線の交線へ移動させることにより注目領域中心点と所定被写体候補の偏心度が検出される状態を表す図

【図52】本発明の第2実施例による注目領域中心点を所定被写体候補の中心へ移動させることによって所定被写体候補の抽出を行うニューラルネットワークの1例を表す図

【図53】本発明の第2実施例による注目領域中心点を所定被写体候補の色と略一致する領域へ移動させるニューラルネットワークの各層のシナプス結合の重みを表す図

【図54】色度図を表す図

【図55】本発明の第2実施例による注目領域中心点を所定被写体候補の中心へ移動させることによって所定被写体候補の傾斜ベクトルの検出を行うニューラルネットワークの1例を表す図

【図56】本発明の第2実施例によるニューラルネットワークの各層のシナプス結合の重みを表す図

【符号の説明】

3 探索ニューラルネット部

4 抽出領域決定部

11A, 11B, 11C 時刻 t における画像

12 輪郭線抽出シナプス結合

14, 24, 34 時刻 t における画像と時刻 $t + \alpha$ における画像の差分を表す画像

42 背景の動きがキャンセルされた画像

71, 76 所定被写体候補

74, 74', 77, 77' 方位ベクトル

40 75, 78 ポテンシャル場の傾斜ベクトル

60 所定被写体候補の輪郭線のうち円環方向に連続性の高い成分

61, 64, 65, 66, 85, 86 ニューロン

62, 63 シナプス結合

73 注目領域

105 楕円

106 三角形

107 四角形

108 ポテンシャル場の傾きを表すグラフ

50 Q 注目領域中心点

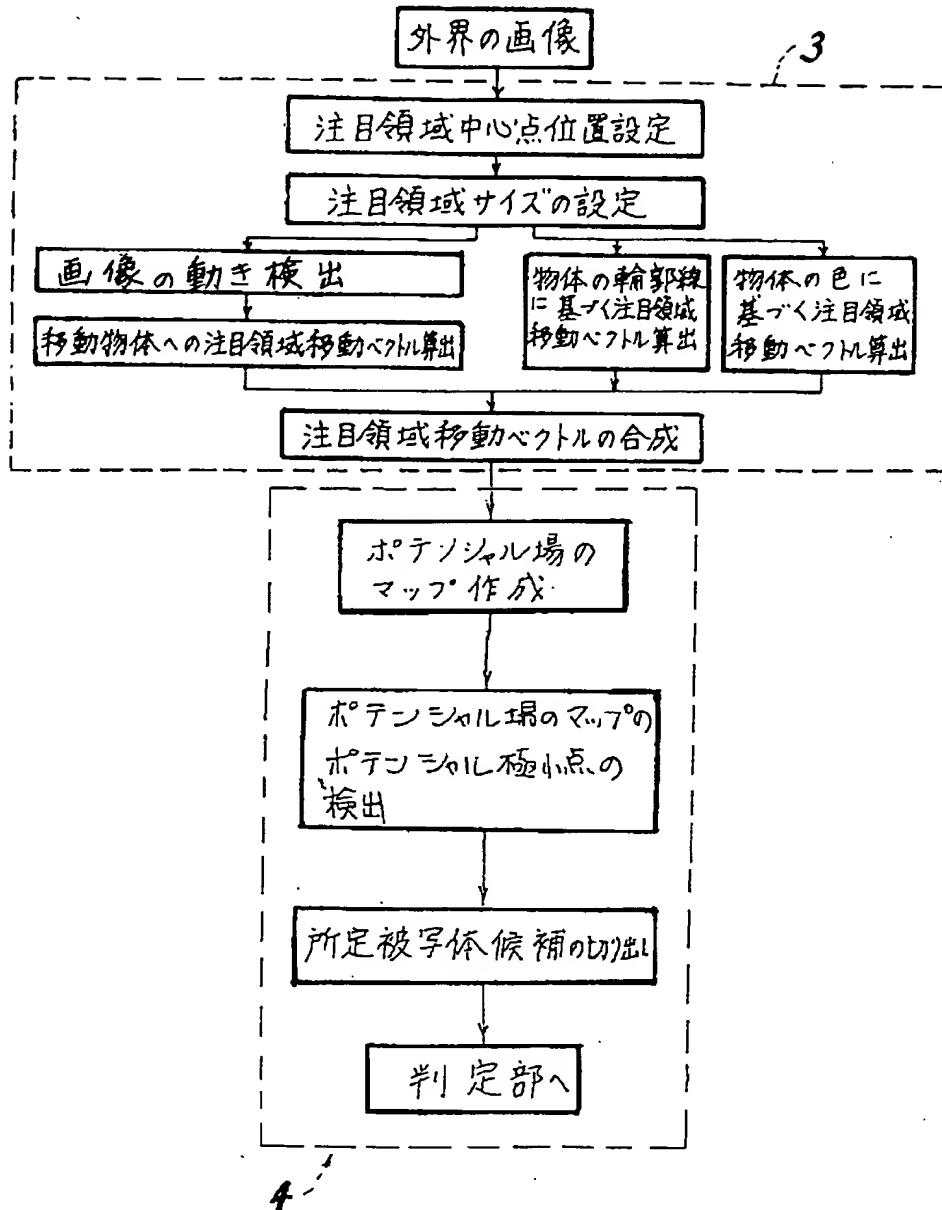
○ 所定被写体の中心点

 P_1' , P_2' , P_3'

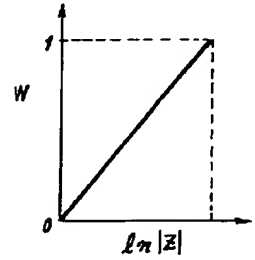
ポテンシャル場の極小点

 P_1 , P_2 , P_3 所定被写体候補の中心点

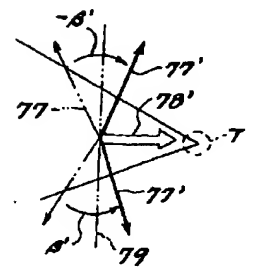
【図1】



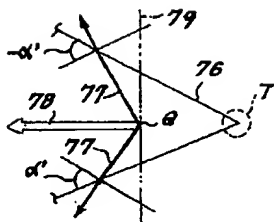
【図8】



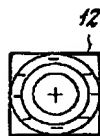
【図12】



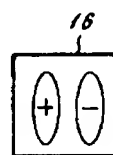
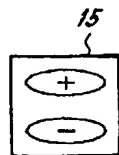
【図11】



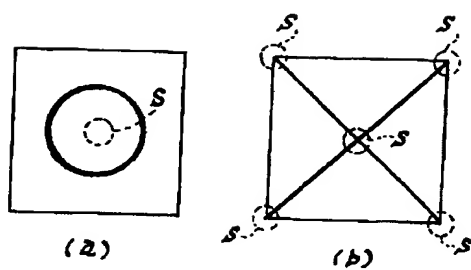
【図16】



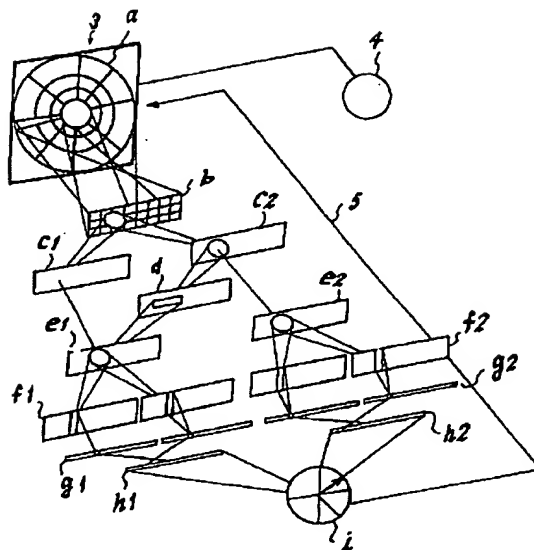
【図19】



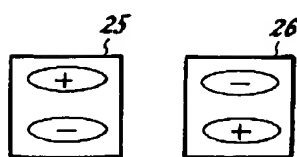
【図 2】



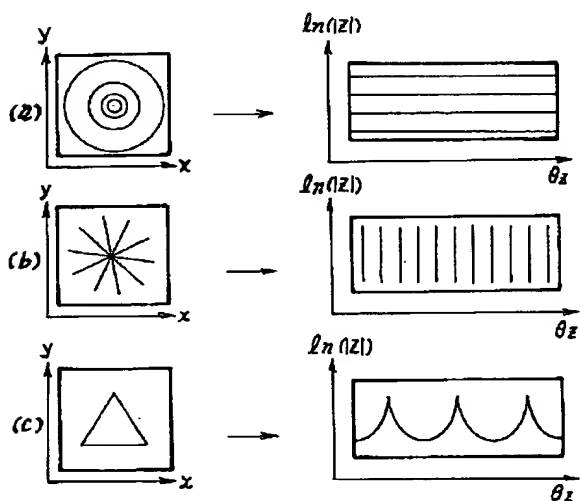
【図 3】



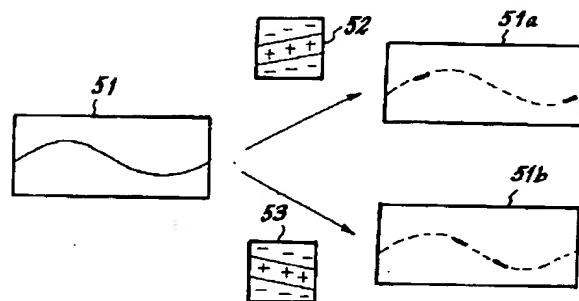
【図 2 5】



【図 4】

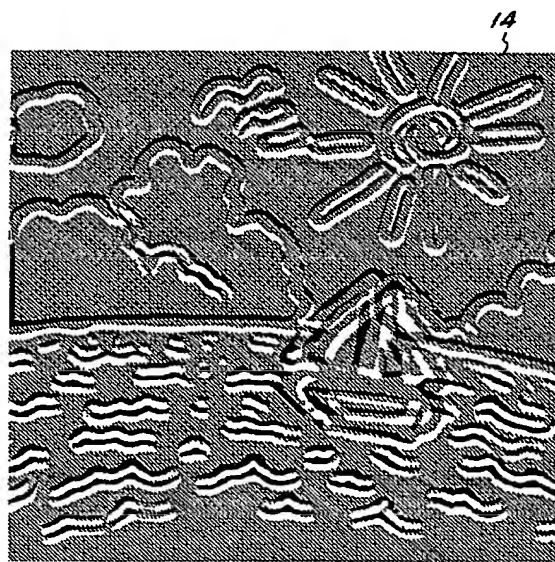
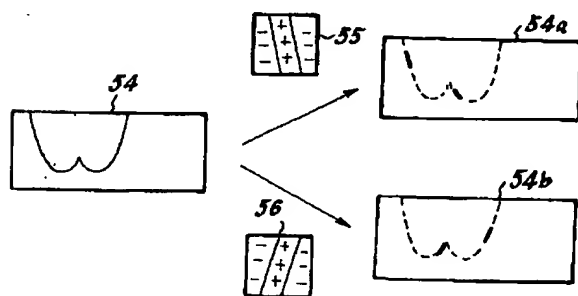


【図 5】

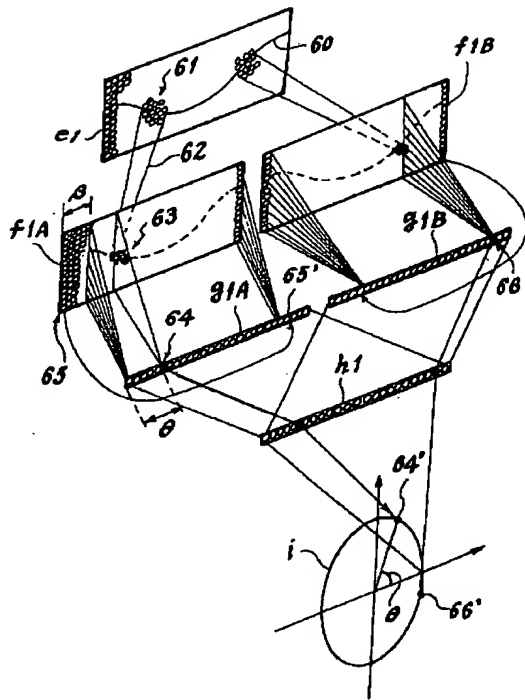


【図 1 8】

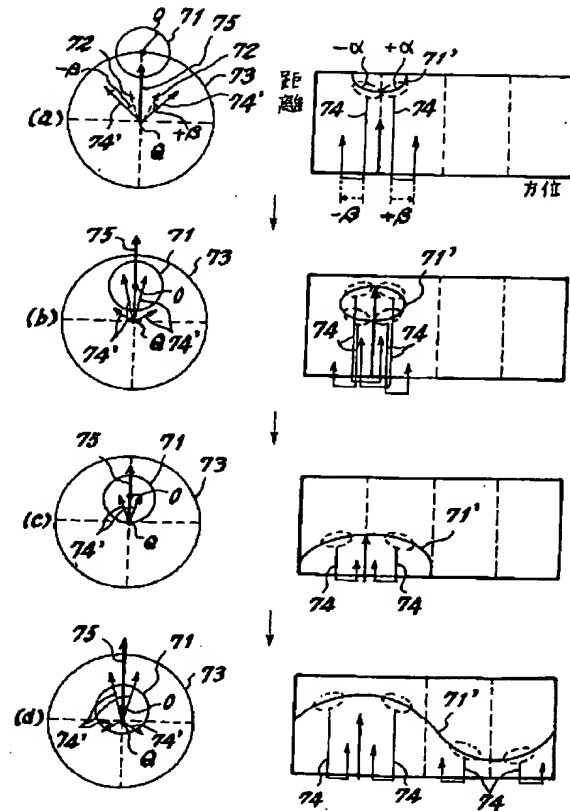
【図 6】



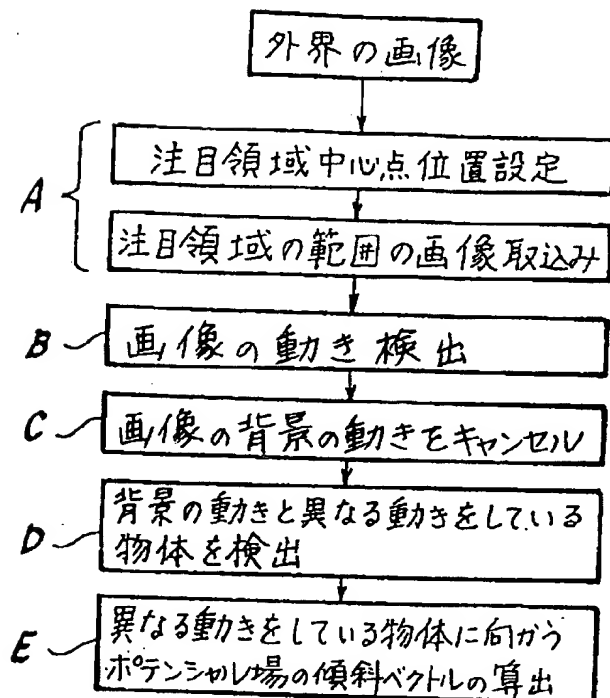
【図 7】



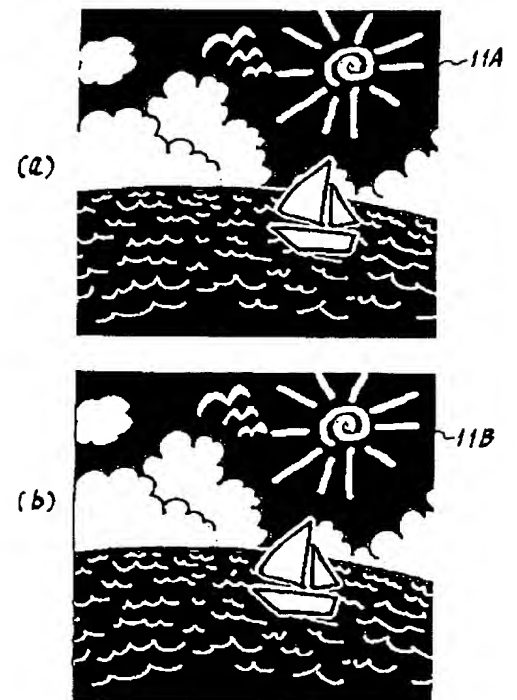
【図 9】



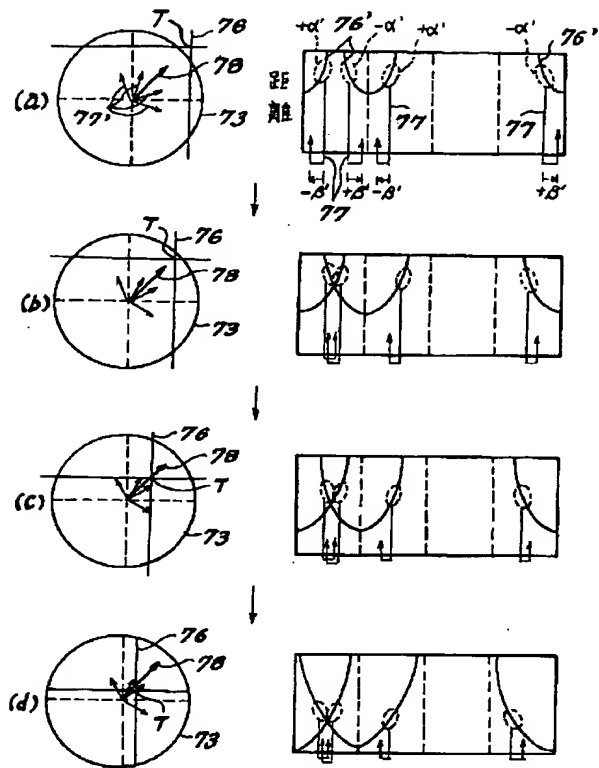
【図 13】



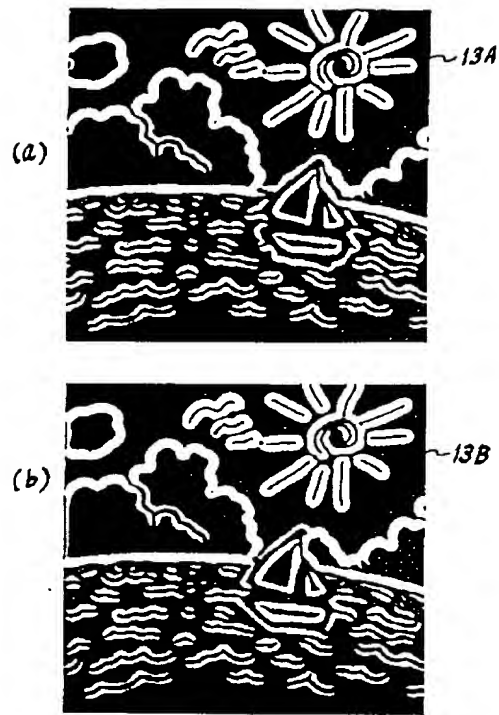
【図 15】



【図 10】

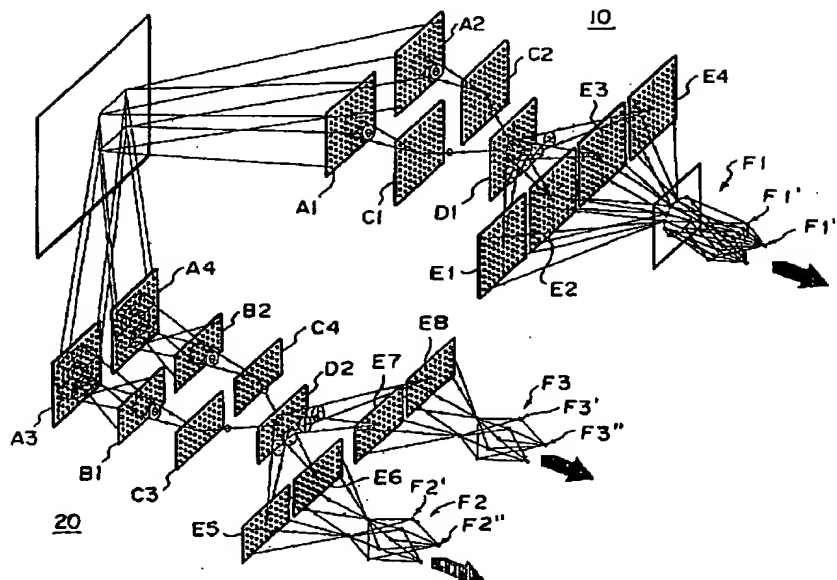


【図 17】

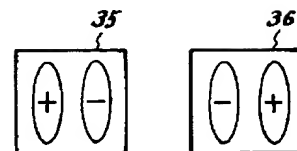


【図 23】

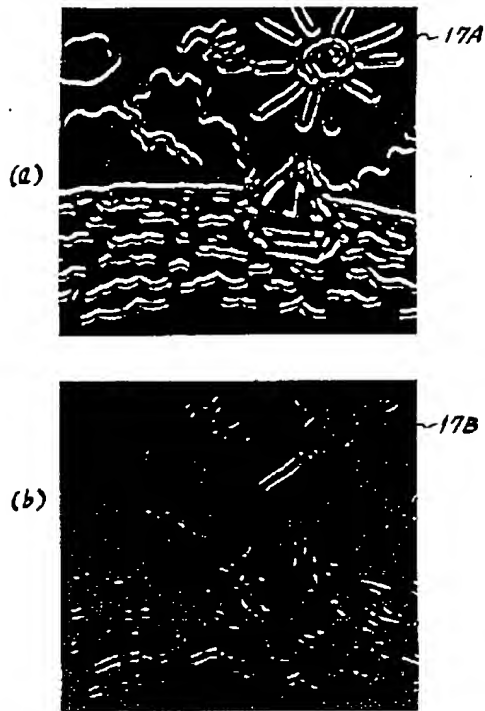
【図 14】



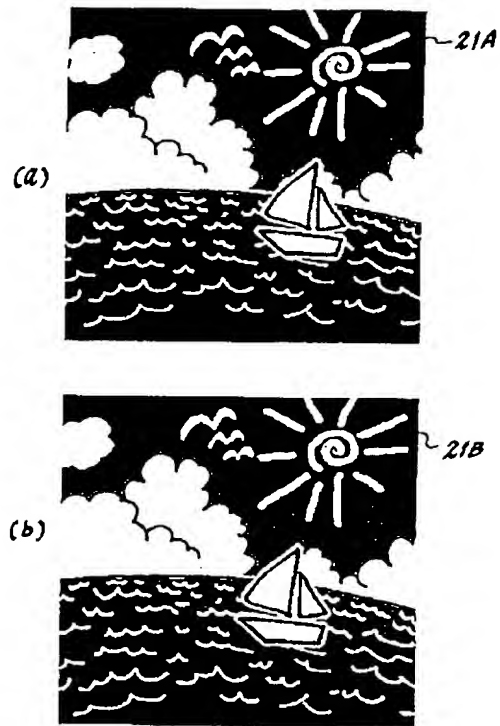
【図 31】



【図20】



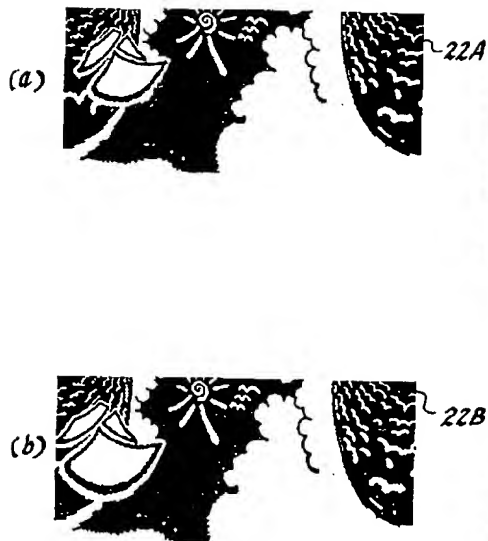
【図21】



所定被写体候補の殺込み

所定被写体候補と注目領域との
位置ずれ検出と注目領域移動量算出

【図22】



【図24】



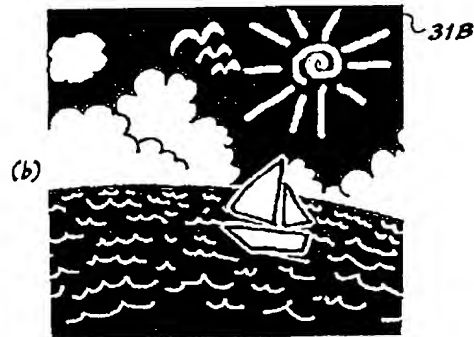
【図30】



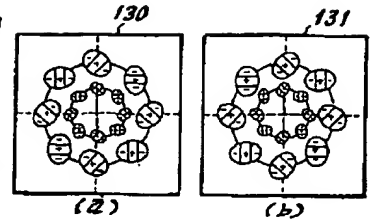
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 4 8】



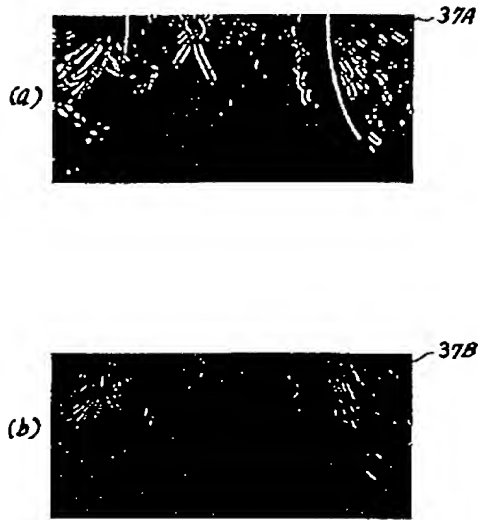
【図 2 8】



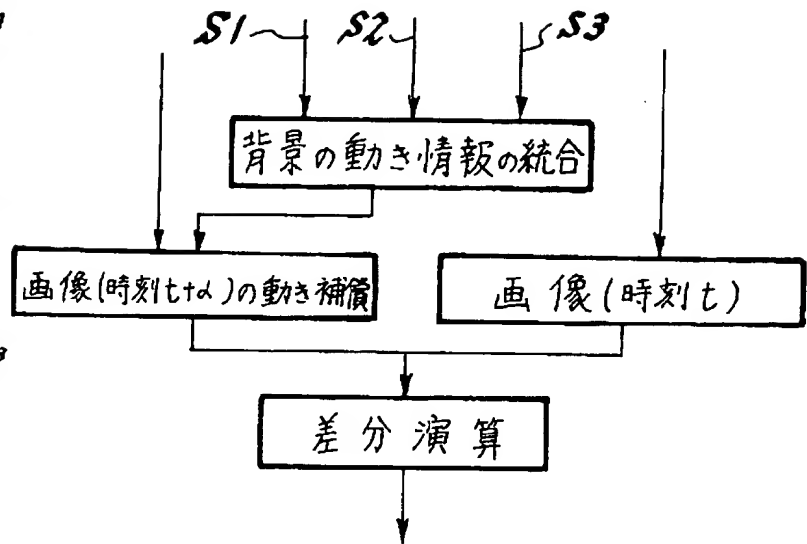
【図 2 9】



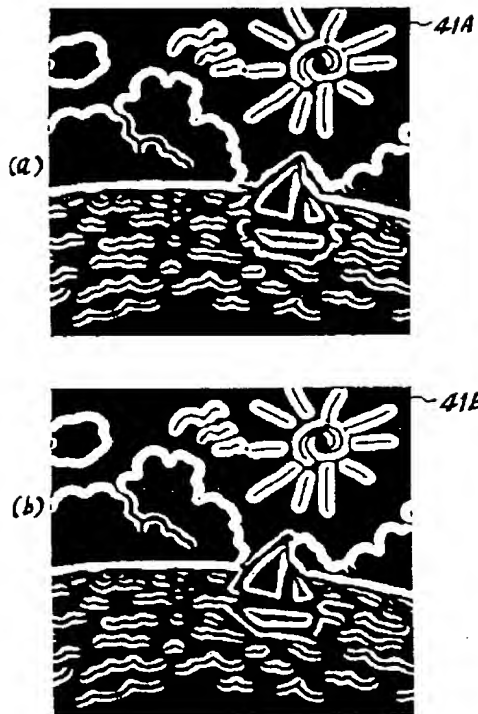
【図 3 2】



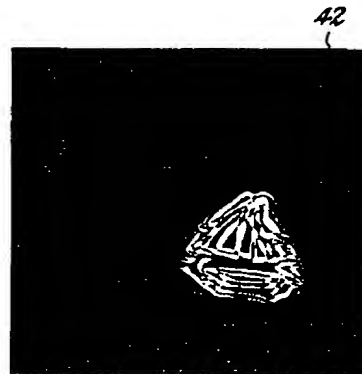
【図 3 3】



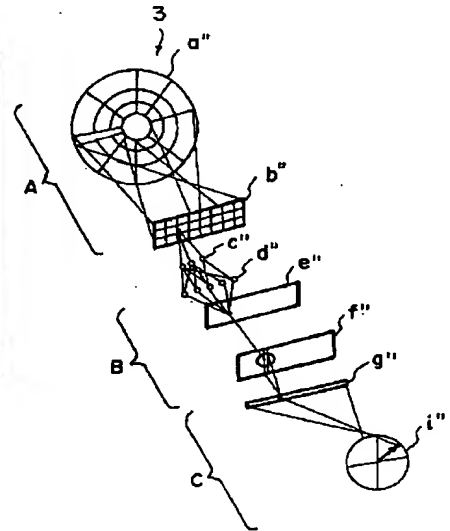
【図 3 4】



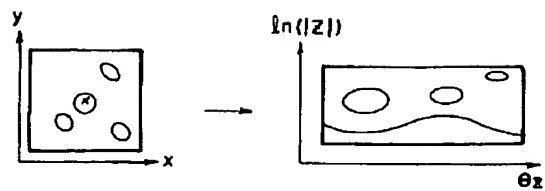
【図 3 5】



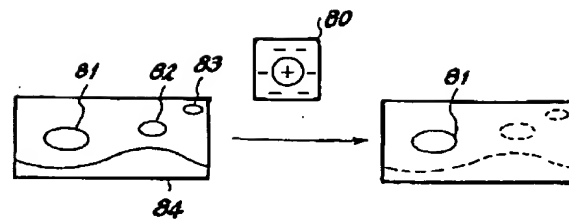
【図 3 8】



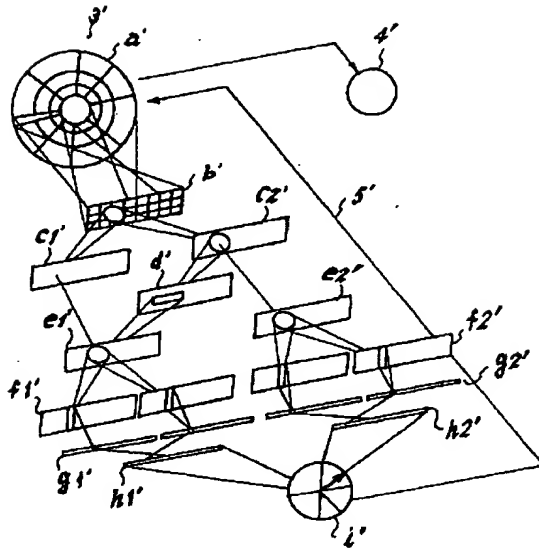
【図 3 9】



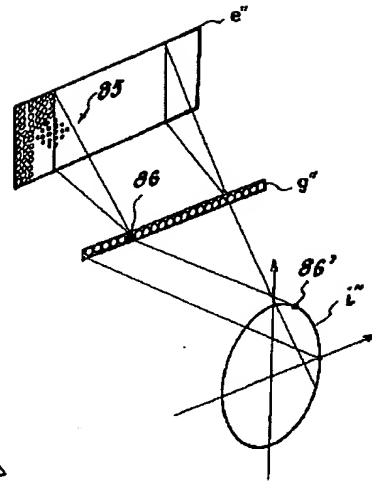
【図 4 0】



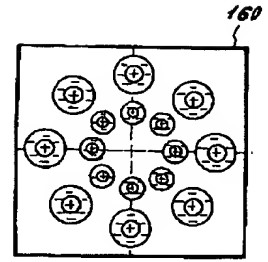
【図 3 7】



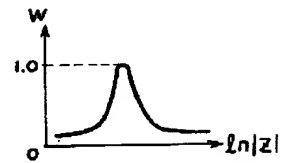
【図 4 1】



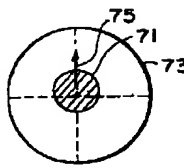
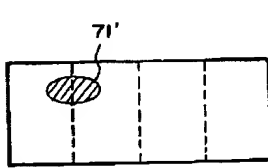
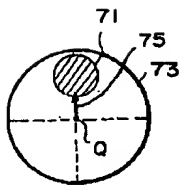
【図 5 3】



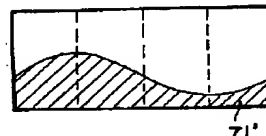
【図 5 6】



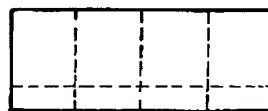
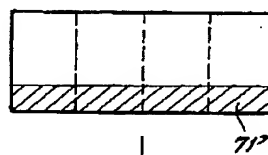
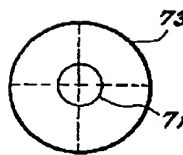
【図 4 2】



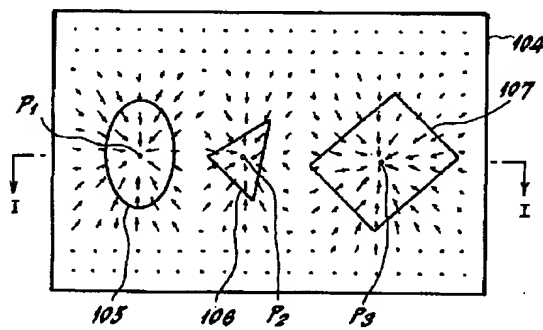
【図 4 3】



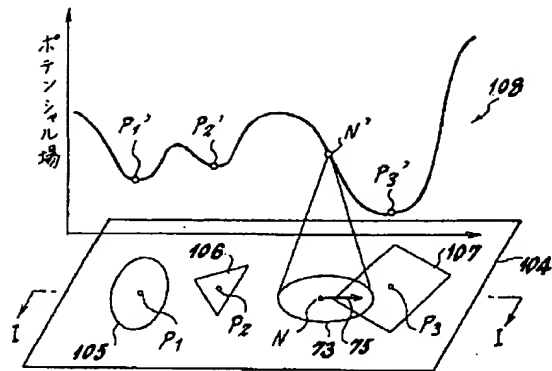
【図 4 4】



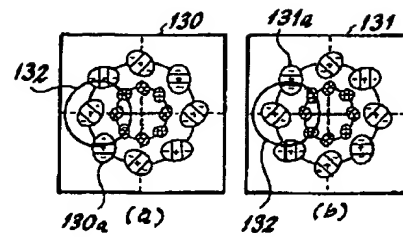
【図 4 5】



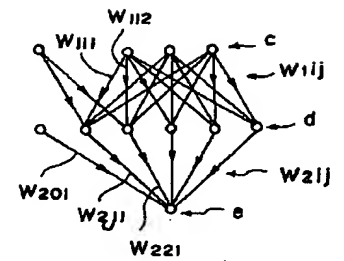
【図46】



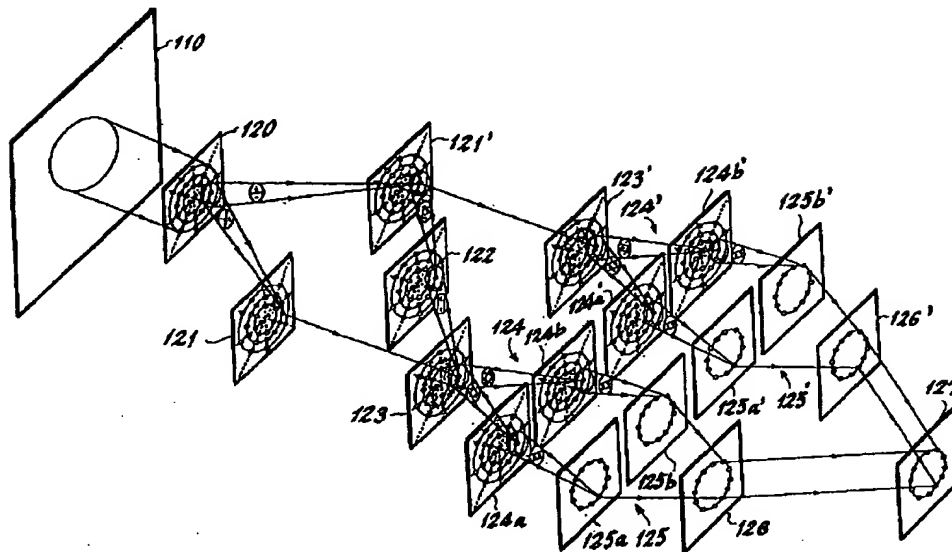
【図49】



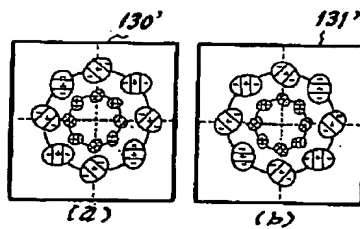
【図55】



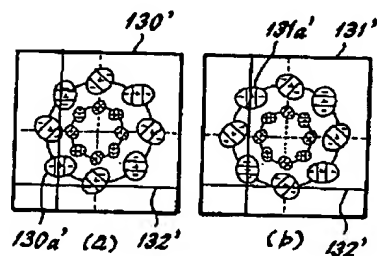
【図47】



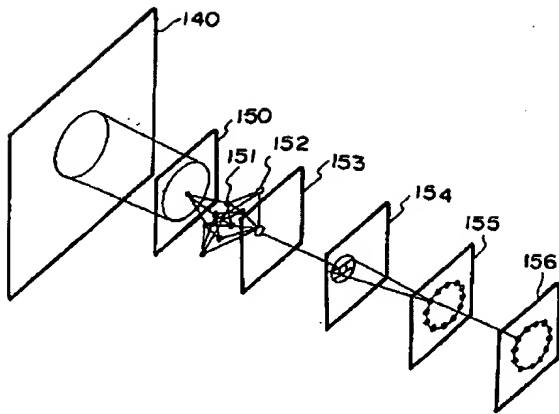
【図50】



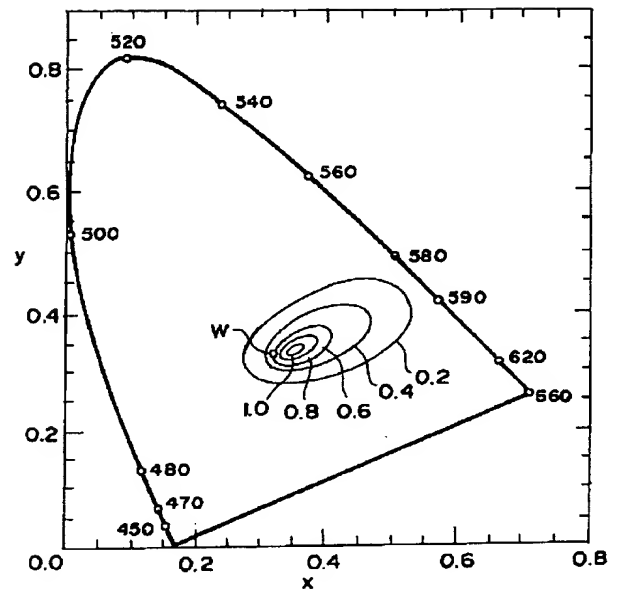
【図51】



【図 5 2】



【図 5 4】



DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04282738 **Image available**
OBJECT EXTRACTING METHOD

PUB. NO.: 05-274438 [JP 5274438 A]
PUBLISHED: October 22, 1993 (19931022)
INVENTOR(s): ONO SHUJI
APPLICANT(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD [000520] (A Japanese Company or
 Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 04-242459 [JP 92242459]
FILED: September 11, 1992 (19920911)
INTL CLASS: [5] G06F-015/70; G06F-015/18
JAPIO CLASS: 45.4 (INFORMATION PROCESSING -- Computer Applications)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1684, Vol. 18, No. 57, Pg. 34,
 January 28, 1994 (19940128)

ABSTRACT

PURPOSE: To precisely extract a specific object from an image by generating the map of the potential field of the whole image, and determining an extraction area corresponding to the size and shape of the specific object on the basis of a minimum potential point as a reference.

CONSTITUTION: A neural network part 3 sets the center point position of an aimed area and the size of the aimed area on the image and fetches an image of the range of the aimed area from the image. Then the inclination vector of the potential field is calculated from the motion, outline, and color of a specific object candidate and then composed. The map of the potential field is generated according to the composite inclination vector. Then the specific object candidate corresponding to the size and/or shape of the specific candidate object is extracted on the basis of the minimum point of the potential of the map as the reference. Then an extraction area determination part 4 decides whether the extracted specific object candidate is the specific candidate or not.